

РЕГІОНАЛЬНІ ТА ГЛОБАЛЬНІ ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ

УДК 504.61

Адаменко О.М.

*Івано-Франківській національний
технічний університет нафти і газу*

ТЕХНОЛОГІЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Пропонується розроблена колективом дослідників наукової школи О.М.Адаменка нова технологія екологічних досліджень, яка ґрунтується не тільки на статистичних даних, а і на безпосередньому вимірюванню вмісту забруднювальних речовин у ґрунтовому та рослинному покривав, поверхневих, ґрунтових і підземних водах, донних відкладах, атмосферному повітрі та опадах дощу і снігу.

Ключові слова: екологічні карти, технологія досліджень, екологічна ситуація території, екологічний стан компонентів довкілля.

Предлагается разработанная коллективом исследователей научной школы О.М.Адаменко новая технология экологических исследований, которая основывается не только на статистических данных, а и на прямом измерении содержания загрязняющих веществ в почвенном и растительном покровах, поверхностных, почвенных и подземных водах, донных отложениях, атмосферном воздухе и в осадках дождя и снега.

Ключевые слова: экологические карты, технология исследований, экологическая ситуация территорий, экологическое состояние компонентов окружающей среды.

A team of researchers by the scientific school O.M. Adamenko, has developed the new technology environmental research, based not only on statistics but also on direct measurement of contaminants in soil and vegetation, surface, soil and groundwater, sediments, air and precipitation of rain and snow.

Keywords: environmental maps, technology studies, environmental situation territory ecological status of components of the environment.

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. У наш час екологічні дослідження повинні відповідати, як правило, трьом вимогам.

По-перше, екологія на сучасному етапі розвитку суспільства повинна не тільки констатувати всілякі порушення стану навколишнього природного середовища, а, насамперед, завбачувати їх, унеможливити деградацію довкілля, створювати такі природно-технічні системи, які б забезпечували гармонійний розвиток Людини-Природи-Техносфери.

По-друге, настав час об'єктивно порахувати природні ресурси як Землі в цілому, так і кожної держави, а в ній – кожного регіону, області, району, тобто керівництво і громада кожної адміністративно-територіальної одиниці повинні знати, скільки якого ресурсу в них є і скільки можна витратити мінерально-сировинних, територіальних, земельних, водних, кліматичних, вітрових, енергетичних, біологічних та інших ресурсів, тобто скільки і чого можна взяти від природи, щоб не порушити існуючий природний баланс, щоб не лишити майбутні покоління такої ж можливості.

І, нарешті, по-третє, які технології управління станом довкілля необхідно розробити, щоб забезпечити і перше і друге?

Сьогодні, як ніколи, важливо забезпечити гармонійний розвиток господарства, людини і природи, щоб технічне втручання в біосферу Землі не зашкодило якості середовища, в якому живуть люди. Ми є свідками не тільки активних і неоднозначних політичних баталій, у котрих використовується як аргумент і екологічна інформація, а й проявів низької екологічної культури і навіть екологічного невігластва як пересічних громадян, так і керівників промислових підприємств та працівників владних структур.

тур. Образно кажучи, відчувається брак не тільки чистої води і повітря, а й елементарних екологічних знань. Ця обставина примушує нас запропонувати широкий спектр екологічної інформації з різних аспектів природоохоронної діяльності. Саме цьому і присвячена наша стаття.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми. У 1992 р. в м. Відні була опублікована карта масштабу 1:3 000 000 «Природокористування і проблеми навколишнього середовища Центральної та Східної Європи» за редакцією Петера Йордана, яка в значній мірі об'єднала мою задачу. Ця карта врахувала попередні дослідження стану довкілля і наші визначення його на основі відібраних та проаналізованих проб, що дало початок розроблення моніторингової мережі Європейської міждержавної комп'ютеризованої системи екологічної безпеки ЄК-СЕБ (ECSES).

Головний принцип природокористування як політики і економіки майбутнього – це збереження природних ресурсів, що є основою виживання людства, і охорона навколишнього середовища, без якості якого неможливо зберегти генетичний фонд. Антропогенні зміни довкілля стають проблемними, коли вони ускладнюють або роблять неможливим попередній підхід до природокористування, або коли стає неможливим використання старих засобів і методів використання природних ресурсів. Проблеми в природокористуванні виникають, коли відбуваються порушення стандартів якості навколишнього середовища і коли порушується баланс використання і відновлення ресурсів. Розмір нанесених збитків вираховується згідно ступеня порушеності довкілля. Якщо вони переходить межу в 1%, то є загроза невідновленості стану довкілля.

Аналіз методів геоecологічного картування [1] показує, що за останні два-три десятиріччя з'явилась велика кількість екологічних карт – загальних, галузевих, поелементних, покомпонентних і т.д., приклади яких можемо знайти в працях В.А. Барановського [3], Л.Г. Руденка [5], В.М. Гуцуляка [6], І.М. Волошина [4], О.М. Адаменка [2], Г.І. Рудька [1], І.П. Ковальчука [8], Л.В. Міщенко [9] і багатьох інших авторів. Найбільш повним зібранням таких карт є «Національний атлас України» [10] і «Екологічний атлас України» (2009).

За останні 20 років зусиллями багатьох наукових колективів екологічні дослідження досягли значних успіхів. Певний внесок у цю важливу справу зробили під керівництвом О.М. Адаменка і колективи Карпатського інженерно-екологічного центру, Державного інституту екологічного моніторингу Академії Наук технологічної кібернетики України, науково-дослідного інституту екологічної безпеки та природних ресурсів і кафедри екології ІФНТУНГ.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується дана стаття. Із аналізу цих матеріалів бачимо, що велике різноманіття екологічних карт можна звести до кількох їх типів: поелементні, покомпонентні (галузеві), техногенного навантаження, розповсюдження екологічно небезпечних техногенних об'єктів, сучасної екологічної ситуації.

Поелементні еколого-техногеохімічні карти показують розповсюдження того чи іншого токсичного елементу-забруднювача на певній території в межах того чи іншого компонента ландшафту.

Покомпонентні еколого-техногеохімічні карти ілюструють екологічний стан (забруднення усіма виявленими токсичними елементами) того чи іншого компонента ландшафту – ґрунтового чи рослинного покривів, ґрунтових чи поверхневих вод, атмосферного повітря та ін.

Екологічні карти розповсюдження екологічно небезпечних техногенних об'єктів відображають тільки одну – техногенну складову екологічної ситуації без її природної основи. Прикладом таких карт є Екологічні карти Рівненської, Сумської, Полтавської, Київської, Херсонської областей масштабу 1:200 000, які опубліковані Державним науково-виробничим центром «Природа» Національного космічного агентства України. Називати їх «Екологічними» не зовсім правильно, бо на них зображені техногенні об'єкти – нафтогазопроводи, залізниці, ТЕС, АЕС та ін. на фоні адміністративно-територіальних одиниць – районів, без характеристики природної складової екосистем.

Екологічні карти техногенного навантаження найбільш розповсюджений тип екологічних карт, хоча вони не зовсім «Екологічні», тому що показують лише техногенну складову, тобто рівень забруднення певної території (області, району) викидами забруднювальних речовин у повітря, скидами у водне середовище або розміщення побутових і промислових відходів. Такі карти складаються за даними статистичних звітів і показують кількість викидів чи скидів промисловими підприємствами об-

ласті або району і «прив'язують» їх до одної точки на карті. За таким принципом складена більшість карт, що містяться в названих вище атласах. Зрозуміло, що це важлива інформація, але вона відображає тільки техногенну складову екологічного стану тої чи іншої території, а значить називати такі карти «Екологічними» не можна.

Адже, на наш погляд, обсяги викидів у повітря, які «осіли» на ґрунт, ще не можуть свідчити про вміст забруднювальних речовин у цьому компоненті. Екологічний стан ґрунтів звичайно залежить від обсягів і складу викидів, але скільки і чого містить у собі цей компонент ми можемо знати тільки після аналізу проб ґрунтів, відібраних на відповідній мережі спостережень.

Карти сучасної екологічної ситуації. Усі попередні типи карт не можуть називатись «Екологічними», тому що вони містять лише окремі елементи екологічних карт – розповсюдження того чи іншого забруднювача по території; забруднення ґрунтів, поверхневих і ґрунтових вод, атмосферного повітря і рослинності; розміщення екологічно небезпечних техногенних об'єктів і т. ін. Усе це потрібно для складання карти сучасної екологічної ситуації, але остання повинна давати всебічну оцінку ландшафтів – від їх природного стану до тих змін, які виникли при техногенному навантаженні.

Тому ми пропонуємо називати «Екологічними» тільки ті карти, які відображають інтегрований стан сучасної екологічної ситуації на досліджуваній території. Тобто екологічна карта – це модель сучасної екологічної ситуації. На ній необхідно виділяти не тільки техногенні об'єкти, що спричиняють забруднення, а й екологічні стани ландшафтних таксонів.

Екологічний стан [9] – це ступінь перетвореності (трансформації) первинного природного ландшафту (нульового екологічного фону) під впливом як природних так і антропогенних (техногенних) чинників (змін у часі). Послідовність змін та їх інтенсивність створює поступальний ряд станів, яких може бути від 4 [4] до 6-8 [7]: нормальний, задовільний, напружений, складний, незадовільний, передкризовий, критичний, катастрофічний.

Екологічна ситуація – це просторова «мозаїка» із ландшафтних таксонів (геосистем або їх частин) різного екологічного стану (зміни в просторі), які створюють на тій чи іншій території одночасне існування різних за ступенем перетвореності ділянок, зображених на екологічній карті. Звідси зрозуміло, що екологічна карта повинна характеризувати як екологічну ситуацію так і екологічні стани на тій чи іншій території.

Екологічна карта [9] – це картографічна модель екологічних станів ландшафтних таксонів, які в сукупності відображають сучасну екологічну ситуацію на території. Екологічна карта – це множина дискретних значень стану геосистеми, які поступово змінюються від точки до точки, охоплюючи всю досліджувану територію. Тобто ця множина значень повинна відображати не те, що впало на ґрунт з повітря, а те, що безпосередньо міститься в ґрунті, у різних його горизонтах, визначаючи його загальний екологічний стан.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Завдання і мета нашого дослідження – запропонувати таку послідовність та зміст екологічних досліджень, які забезпечували б найбільш об'єктивну оцінку екологічної ситуації на тій чи іншій території та екологічного стану усіх компонентів навколишнього природного середовища.

Виклад основного матеріалу дослідження. Перш за все, на досліджуваній території обґрунтовується оптимальна мережа геоекоекологічних полігонів – точок відбору проб, що зображені на Карті фактичного матеріалу. Відібрані проби ґрунтів, поверхневих і ґрунтових вод, атмосферного повітря, дощу і снігу, донних відкладів і рослинності аналізуються відповідними методами і визначається вміст у них забруднюючих речовин. Результати аналізів групуються в комп'ютерні бази даних, що дозволяють на основі програм Sorfer, MapInfo, Arcscad, Corel Draw та ін. побудувати електронні (комп'ютерні) поелементні та покомпонентні еколого-техногеохімічні карти [1, 2, 9].

Якщо розподіл забруднювачів рівномірний по площі досліджень, то їх ізоконцентрати зображують шляхом рівномірної інтерполяції, як у топографії проводять горизонталі. З відповідними ізоконцентрами будуть співпадати Сф, Са і ГДК. Ці параметри вираховуються за розробленою авторами [1, 2, 7, 9] методикою. Так геохімічним фоном Сф вважається середнє із 2/3 усіх результатів аналізів Сі, при цьому 1/3 найменших і найбільших вмістів відкидається, як нехарактерні або «ураганні».

Але в природі не все розподілено рівномірно і досить часто вмісти забруднювачів виявляють хвильово-роєвий характер, тобто рівномірний характер геохімічного поля порушується «сгустками» і «розрідженнями», які нам бажано виявити і зобразити на еколого-техногеохімічній карті. Такі нерівномірності розподілу фону ми називаємо характерними і виявляємо їх шляхом розрахунків середнього вмісту Сф у згрупованих характерних інтервалах. Отриманні таким чином значення Сф і Са будуть зображатись на еколого-техногеохімічних картах нерівномірно, через різні відстані ізоконцентрат, а не так як при рівномірному розподілі.

Границі на покомпонентних еколого-техногеохімічних картах відсутні, тому що такі карти показують середні показники забруднення СПЗ і їх розподіл зображується ізолініями з однаковими відстанями одна від одної як горизонталі на топографічних картах. Після цього виконують ранжування СПЗ для виділення екологічних станів того чи іншого компонента, а їх нараховують в Україні до 8 станів: нормальний, задовільний, напружений, складний, незадовільний, передкризовий, критичний, катастрофічний. Тому на покомпонентних еколого-техногеохімічних картах може бути до 7 границь між різними екологічними станами.

Контури різних екологічних станів природних ландшафтів виносять на Карту сучасної екологічної ситуації, яка буде основою для геоекоекологічного районування та розробки довгострокових та оперативних заходів з охорони навколишнього природного середовища.

Для автоматизації рутинного процесу обрахунків геохімічного фону, еколого-технологічних аномалій, ізоконцентрат розповсюдження забруднювальних речовин та статистичної обробки екологічної інформації на певній території автором разом з Л.В. Міщенко, Д.О. Зоріним, М.В. Крихівським (див. статтю в журналі «Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування» № 2 (6)) розроблені комп'ютерні програми ЕСОРНОНЕ і ЕСОСТАТ. Л.В. Міщенко запропонувала ГІС-моделі геоекоекологічного районування Карпатського регіону і Західного Поділля [9], а також ГІС-модель побудови карт сучасної екологічної ситуації та карт геоекоекологічного районування для екологічно безпечного збалансованого ресурсокористування та управління станом довкілля і сталого розвитку територій (див. статтю Л.В. Міщенко в № 1(5) журналу «Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування», 2012. – С.20-24).

Висновки. Виконавши всі запропоновані вище процедури визначення екологічної ситуації та оцінки екологічного стану компонентів довкілля, можемо на конкретному прикладі показати, як використовується розроблена в науковій школі О.М. Адаменка технологія екологічної оцінки впливу розвідки і розробки нафтогазових родовищ Карпатського регіону на екологічний стан навколишнього середовища (див. статтю Адаменка О.М., Міщенко Л.В., Зоріна Д.О., Крихівського М.В. в номері 2(6) журналу «Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування»). Головна відмінність нашої технології від попередніх полягає в тому, що ми оцінюємо екологічну ситуацію певної території та екологічний стан компонентів довкілля не за статистичними показниками, що викинуто в атмосферне повітря, скинуто у водне середовище і скільки відходів розміщено на ґрунтовому покриві (зрозуміло, що це враховується для оцінки стану техносфери), а безпосереднім вимірюванням вмісту забруднювальних речовин у ґрунтовому та рєліннимому покривах, воверхневих, ґрунтових і підземних водах, донних відкладах, атмосферному повітрі та опадах снігу та дощу.

Література

1. Адаменко О.М. Екологічне картування / О.М. Адаменко, Г.І. Рудько, Л.М. Консевич. – Івано-Франківськ : Полум'я, 2003. – 580 с.
2. Адаменко О.М. Методика екологічної оцінки техногенного впливу на трансформацію ландшафтів / О.М. Адаменко, Л.В. Міщенко, О.М. Журавель, В.М. Триснюк, Д.О. Зорін [та ін.] // Український географічний журнал. – 2004. – №2. – С.22-32.
3. Барановський В.А. Екологічна географія і екологічна картографія / В.А. Барановський. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 252 с.
4. Волошин І.М. Ландшафтно-екологічні основи моніторингу / І.М. Волошин. – Львів: Простір, 1998. – 356 с.
5. Горленко И.О. Проблемы комплексного развития территорий / И.О. Горленко, Л.Г. Руденко, С.Н. Малюк [и др.]. – К.: Наук. думка, 1994. – 296 с.

6. Гуцуляк В.М. Ландшафтна екологія. Геохімічний аспект: навчальний посібник [для студ. вищих навч. закл.] / В.М. Гуцуляк. – Чернівці: Рута, 2001. – 272 с.
7. Зорін Д.О. Еколого-геохімічна оцінка Дністровського каньйону як регіонального коридору національної екологічної мережі України: автореф. дис. на здобуття ступеня канд. геолог. наук: спец. 21.06.01 «Екологічна безпека» / Д.О. Зорін. – Івано-Франківськ, 2008. – 19 с.
8. Ковальчук І.П. Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз. – Львів: Інститут українознавства, 1997. – 440 с.
9. Міщенко Л.В. Геоекологічне районування. Наукова монографія за ред. О.М. Адаменка / Л.В. Міщенко. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2011. – 408 с.
10. Національний атлас України. – Київ: ДНВЦ «Картографія», 2007. – 440 с., 875 іл.

УДК 551.3

¹Рудько Г.І., ²Гуда О.В.

¹ Державна комісія України по запасах корисних копалин

²Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ГЕОДИНАМІЧНИЙ РЕЖИМ ЕКЗОГЕННИХ ГЕОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В БАСЕЙНІ РІЧКИ ТИСА (ЗАКАРПАТСЬКА ОБЛАСТЬ)

Розглянуто геологічну будову та характер прояву екзогенних геологічних процесів на основі даних детальних польових геологічних робіт та спеціалізованих аналітичних досліджень. Охарактеризовано закономірності розвитку зсувних та селевих процесів у різних структурно-формаційних комплексах. Проведено інженерно-геологічне районування та розглянуто класифікацію зсувів за механізмами їх формування для Карпатського регіону. Розроблено рекомендації та заходи з метою попередження зазначених несприятливих явищ.

Ключові слова: геологічна будова, екзогенні процеси, зсуви, селі, Карпатський регіон, басейн річки.

Рассматривается геологическое строение и характер проявления экзогенных геологических процессов на основе данных детальных полевых геологических работ и специализированных аналитических исследований. Охарактеризованы закономерности развития зсувных и селевых процессов в различных структурно-формационных комплексах. Проведено инженерно-геологическое районирование и рассмотрена классификация оползней за механизмами их формирования для Карпатского региона. Разработаны рекомендации и мероприятия с целью предотвращения указанных неблагоприятных явлений.

Ключевые слова: геологическое строение, экзогенные процессы, оползни, сели, Карпатский регион, бассейн речки.

Geological structure and nature of exogenous geological processes on the basis of detailed data on geological field works and specialized analytical researches are reviewed in the present article. The regularities of landslide and mudflow processes in different structure-formational complexes are characterized. An engineering-geological zoning was carried out as well as landslides classification by mechanism of their formation for the Carpathian region was examined. The recommendations and measures are formulated to prevent the mentioned above adverse events.

Keywords: geological structure, exogenous processes, landslides, mudflows, Carpathian region, river basin.

6. Гуцуляк В.М. Ландшафтна екологія. Геохімічний аспект: навчальний посібник [для студ. вищих навч. закл.] / В.М. Гуцуляк. – Чернівці: Рута, 2001. – 272 с.
7. Зорін Д.О. Еколого-геохімічна оцінка Дністровського каньйону як регіонального коридору національної екологічної мережі України: автореф. дис. на здобуття ступеня канд. геолог. наук: спец. 21.06.01 «Екологічна безпека» / Д.О. Зорін. – Івано-Франківськ, 2008. – 19 с.
8. Ковальчук І.П. Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз. – Львів: Інститут українознавства, 1997. – 440 с.
9. Міщенко Л.В. Геоекологічне районування. Наукова монографія за ред. О.М. Адаменка / Л.В. Міщенко. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2011. – 408 с.
10. Національний атлас України. – Київ: ДНВЦ «Картографія», 2007. – 440 с., 875 іл.

УДК 551.3

¹Рудько Г.І., ²Гуда О.В.

¹ Державна комісія України по запасах корисних копалин

²Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ГЕОДИНАМІЧНИЙ РЕЖИМ ЕКЗОГЕННИХ ГЕОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В БАСЕЙНІ РІЧКИ ТИСА (ЗАКАРПАТСЬКА ОБЛАСТЬ)

Розглянуто геологічну будову та характер прояву екзогенних геологічних процесів на основі даних детальних польових геологічних робіт та спеціалізованих аналітичних досліджень. Охарактеризовано закономірності розвитку зсувних та селевих процесів у різних структурно-формаційних комплексах. Проведено інженерно-геологічне районування та розглянуто класифікацію зсувів за механізмами їх формування для Карпатського регіону. Розроблено рекомендації та заходи з метою попередження зазначених несприятливих явищ.

Ключові слова: геологічна будова, екзогенні процеси, зсуви, селі, Карпатський регіон, басейн річки.

Рассматривается геологическое строение и характер проявления экзогенных геологических процессов на основе данных детальных полевых геологических работ и специализованных аналитических исследований. Охарактеризованы закономерности развития зсувных и селевых процессов в различных структурно-формационных комплексах. Проведено инженерно-геологическое районирование и рассмотрена классификация оползней за механизмами их формирования для Карпатского региона. Разработаны рекомендации и мероприятия с целью предотвращения указанных неблагоприятных явлений.

Ключевые слова: геологическое строение, экзогенные процессы, оползни, сели, Карпатский регион, бассейн речки.

Geological structure and nature of exogenous geological processes on the basis of detailed data on geological field works and specialized analytical researches are reviewed in the present article. The regularities of landslide and mudflow processes in different structure-formational complexes are characterized. An engineering-geological zoning was carried out as well as landslides classification by mechanism of their formation for the Carpathian region was examined. The recommendations and measures are formulated to prevent the mentioned above adverse events.

Keywords: geological structure, exogenous processes, landslides, mudflows, Carpathian region, river basin.

Постановка проблеми та огляд основних досліджень. Карпатський регіон України характеризується активним розвитком різнохарактерних несприятливих екзогенних геологічних процесів (ЕГП). Проблеми дослідження їх у межах Українських Карпат детально висвітлено в публікаціях М.М. Айзенберга, В.В. Яблонського, С.М. Перехреста, М.Д. Бондаренка, М.Г. Демчишина, Є.О. Яковлєва, О.М. Адаменка, С.В. Гошовського, Б.М. Преснера, Г.І. Рудька та багатьох інших [1-6]. У цих роботах проаналізовано основні закономірності та характер розвитку екзогенних геологічних процесів, визначено особливості їх режиму та просторово-часові характеристики, наведено класифікації тощо.

Остання катастрофічна активізація небезпечних геологічних процесів в межах Закарпаття та її наслідки вже вкотре продемонстрували необхідність створення дієвої системи заходів для боротьби із зазначеними процесами. Так, в осінньо-зимовий період 1998 р. та весняний період 1999 р. в межах Закарпатської області активізувалось понад 400 зсувів, ще близько 200 ділянок розвитку зсувів за результатами обстеження знаходяться в стані критичної рівноваги (за даними ДГП «Західукргеологія»). Крім того, в Карпатах виявлено 219 сільових водозборів. Річний винос матеріалу з площі селевих водозборів сягає 500–2400 м³/м². Зазначені процеси призводять до руйнування доріг, мостів, автомагістралей, газо- та нафтопроводів, залізничних шляхів, промислових об'єктів тощо. Селевим матеріалом заносяться великі площі в межах нижньої та верхньої заплав, а інколи і надзаплавної тераси, що призводить до подальшої непридатності цих земель для сільськогосподарського освоєння.

Основні завдання. Встановлення просторово-часових закономірностей розвитку ЕГП, механізмів їх утворення в межах досліджуваного регіону, визначення вагового впливу факторів, що їх викликають, створення системи моніторингу в ділянках, що зазнали впливу ЕГП та відповідно до класифікаційних приналежностей проведення моделювання впливу ЕГП на об'єкти різного призначення, а також розробка інженерно-геологічних заходів для захисту території.

Характеристика об'єкту досліджень. Об'єктами дослідження в даній роботі є екзогенні геологічні процеси, серед яких найбільше поширення в межах досліджуваного регіону мають зсуви, селі та ерозійні процеси.

Характеристика ділянки досліджень. У межах Карпатського регіону України прийнято виділяти три основні структурно-формаційні одиниці, що сформувалися на різних етапах його геодинамічного розвитку: Передкарпатський передовий прогин, гірськоскладчаста область Карпат, складена теригенним комплексом докрейдових відкладів та флішовим комплексом відкладів крейди-палеогену, та Закарпатський внутрішній прогин, де поширені моласова та вулканогенна формації. Відповідно до інженерно-геологічного районування території [3] перераховані структурно-формаційні одиниці є регіонами, що характеризуються певним режимом розвитку небезпечних геологічних процесів, що визначається природними та антропогенними умовами. У статті розглядається два регіони, що потрапляють в межі Закарпатської адміністративної області (басейн р. Тиса).

Викладення основного матеріалу. Інженерно-геологічне районування Карпатського регіону на прикладі Закарпатської області. Районування території здійснювалося на основі наступних принципів. Виділяються геолого-екологічні (інженерно-геологічні) таксони: регіони, області, райони [3]. Виділення регіонів відбувається за структурно-тектонічною ознакою і включає в себе структури першого, другого і вищих порядків, або їх частини. У межах Закарпаття виділені два інженерно-геологічні регіони: Закарпатський внутрішній прогин та Карпатська гірськоскладчаста область. Области виділяються в межах одного регіону за геоморфологічними ознаками. Всього на території досліджень виділено шість інженерно-геологічних областей [3]: низькогірський рельєф Ясинської передгірської долини; область низькогірського рельєфу поздовжніх долин Закарпатської Верховини; область середньогірського плосковершинного (нагірного) рельєфу Полонинського хребта; область скелястих стрімчаків; область середньогірського (альпійського) рельєфу гірських груп – Свідовець, Чорногора; область середньогірського рельєфу північної частини Мармарошського кристалічного масиву (Рахівський масив, Чивчинські гори).

У межах інженерно-геологічних (геоекологічних) областей виділені інженерно-геологічні райони. Райони охоплюють частину областей, що мають відносно однорідні рельєфні умови, схожу геологічну будову з деяким певним числом споріднених генетичних комплексів четвертинних відкладів

і характерними особливостями ураженості території геологічними процесами, а також техногенними навантаженнями.

Головні чинники формування та активізації ЕГП. До чинників, які визначають ділянки виникнення, особливості формування та активізації ЕГП належать структурно-тектонічний, геолого-геоморфологічний, літолого-стратиграфічний, гідрогеологічний, неотектонічний, ландшафтно-кліматичний, ґрунтово-ландшафтний, метеорологічний, сейсмічний. Вищеперераховані фактори належать до групи природних. Іншу групу представляють антропогенні фактори. Ці загальні групи факторів є безумовно важливими при виникненні того чи іншого типу екзогенних процесів, проте вирішальне значення має їх поєднання. Мається на увазі, що за різних умов середовища ваговий вплив того чи іншого фактору буде змінюватися і в залежності від цього будуть формуватися різні типи зсувних процесів, селеві потоки різного генезису та ін. Коротко загальна характеристика факторів та умов формування наведена нижче.

Карпатська гірськоскладчаста область характеризується переважанням флішової формації, яка є середовищем розвитку геологічних процесів [6]. Для складчастих Карпат виділено систему структурно-формаційних зон – Скибову, Кросненську, Дуклянську, Чорногірську, Поркулецьку, Магурську, Рахівську. У зонах контакту різнопорядкових структурно-формаційних одиниць, а також у вузлах перетину поздовжніх та поперечних розривних дислокацій формуються та розвиваються більше ніж 70 % зсувів та обвалів. У районі контакту Скибової, Кросненської, Дуклянської зон і Магурського покриття спостерігаються смуги ураженості сучасного рельєфу зсувами від 20 % і більше. У центральній частині Дуклянської зони, Магурського покриття ураженість території від 2,3 % до 20 %. За механізмом формування це зсуви структурно-пластичного та пластичного типу. Зони розломів характеризуються підвищеною тріщинуватістю, що сприяє залученню уламків корінних порід в селевий процес та формуванню структурно-пластичних типів осувів. При з'ясуванні зв'язку зсувів з певними світами прийшли до висновку, що з 43 світ, з якими пов'язане формування зсувів, до 3 світ (тересвинська N_1t_2 , шопурська P_2sp , терешовська $(K_2-P_2)ts$ в кількісному відношенні приурочено від 50 до 100, тоді як на решту світ припадає від декількох одиниць до 10–15 зсувів. Це пояснюється тим, що відклади названих світ найбільш зруйновані, подрібнені та насичені водою. Всі зсуви в неогенових породах відносяться до інсеквентних, розвинутих в однорідному комплексі [3].

Структурно-тектонічні умови Закарпатського прогину обумовлюють формування складно дислокованих моласових відкладів, ускладнених соляними штоками. Автономність Закарпатського прогину зумовлена наявністю двох великих структурних елементів: на північному сході прогин віддалений від складчастої області Карпат Закарпатським (Припенінським) глибинним розломом, на південному заході – Припанонським. Накладеним елементом Закарпатського внутрішнього прогину є Вирголат-Гутинська гряда неогенових вулканічних утворень. При аналізі приуроченості зсувів до певних світ характерна така картина: з 28 світ, з якими пов'язані зсуви, до 5 світ (гутинська N_2^3ht , верхній олігоцен P_3^3 , еоцен P_2 , крейда – палеоцен $K-P$, нижня березнянська K_2bg_1) в кількісному відношенні приурочено від 21 до 54, тоді як на решту світ припадає від декількох одиниць до 10–12 зсувів [3]. Це пояснюється тим, що відклади названих світ інтенсивно порушені, роздроблені та обводнені. Період активізації екзогенних геологічних процесів, за умови попередньої підготовки ділянки іншими факторами, визначають метеорологічні умови. У даному випадку слід враховувати роль літологічного фактору, оскільки глинистий фліш та суцільні товщі пісковиків будуть вести себе по-різному за однакової кількості опадів та за інших рівних умов середовища. Важливою умовою є також ступінь тектонічної подрібненості тих чи інших порід. Саме ці умови визначають ділянки активізації осувів за інших рівних умов. Проте, власне активізації осуву буде сприяти саме кількість опадів та їх інтенсивність. Формування техногенно обумовлених зсувів (наприклад, в населених пунктах Біла Церква і Великий Бичків) підкреслює роль антропогенного фактору.

Регіональні класифікації зсувних та селевих процесів. З врахуванням існуючих загальних класифікацій зсувних процесів розроблена регіональна класифікація зсувів для Карпатського регіону за механізмом утворення [1,3,5]. Виділено наступні типи зсувів: структурно-пластичні зсуви; структурні зсуви; пластичні зсуви. Детальні їх характеристики наведені в роботах [1-3, 5]. Слід зазначити, що переважна більшість осувів все ж є комбінованими та відбуваються за поєднання різних механізмів

осувного процесу під впливом різних чинників природного середовища. Використання класифікацій за механізмом зміщення істотно полегшує прогноз зсувних процесів, а також визначення схеми розрахунку стійкості схилу і основних напрямків протизсувного захисту.

Типи селевих потоків. У межах Карпат виділено три механізми формування твердої складової селю: 1) денудаційний (є результатом вивітрювання та зносу його продуктів площинним змивом); 2) гравітаційний (обвали, зсуви, осипання); 3) акумулятивний (конуси акумуляції, конуси виносу, делювіальні, пролювіальні та колювіальні шлейфи).

Крім того, за фракційним складом та насиченістю потоку виділяються водокам'яні та глинистокам'яні селі. Насиченість твердої фази селю складає 350–450 кг/м³ води (рис. 1).

Особливості протікання ЕГП в межах Карпатської гірсько-складчастої області. У зазначеному регіоні розвиток зсувів тяжіє до ділянок, складених глинистими, горизонтально залягаючими породами неогену, які характеризуються чергуванням аргілітів, пісковиків, вапняків та глинистого флішу. Характерними є зсуви пластичного та структурно-пластичного типу (рис. 2).

На досліджуваній території виявлено значну кількість древніх зсувів, що формують типовий для цього регіону дрібногорбистий рельєф схилів. Згідно районування за ступенем ураженості селевими процесами виділено наступні зони: дві зони із середньою ураженістю, сім зон зі слабкою ураженістю та одна зона з дуже слабкою ураженістю (всього 10 зон). Найбільш ураженими є зони в північній та центральній частинах с. Німецька Мокра та в південній частині с. Руська Мокра. Найбільш небезпечною територією є долина р. Мокрянка, оскільки конуси виносу селевих потоків, що формуються по лівих притоках річки, мають вихід на житлові будівлі та дорогу.

Особливості протікання екзогенних геологічних процесів у межах Закарпатського внутрішнього прогину. У межах Закарпатського прогину можна виділити три групи зсувів:

1. Зсуви, що розвиваються в неогенових гідрофільних глинах. Їх розвиток контролюється геодинамікою сейсмогенних зон з генерацією сейсмічних хвиль у межах локальних структурно-тектонічних зон. Морфологічно зсувонебезпечні ділянки формуються внаслідок ерозійної діяльності річкової мережі. За механізмом – це структурні та структурно-пластичні зсуви, ускладнені пластичними зсувами різного генезису та порядку;

2. Зсуви, що пов'язані з перезволоженням кори вивітрювання вулканітів (Вигорлат-Гутинська гряда). Тут мають місце пластичні зсуви, механізм яких описаний на основі комплексних польових досліджень в с. Арданово.; техногенно обумовлені зсуви (наприклад, Каменицький техногенний пластичний зсув, що утворився в насипних ґрунтах Каменицького щебеневого кар'єру).

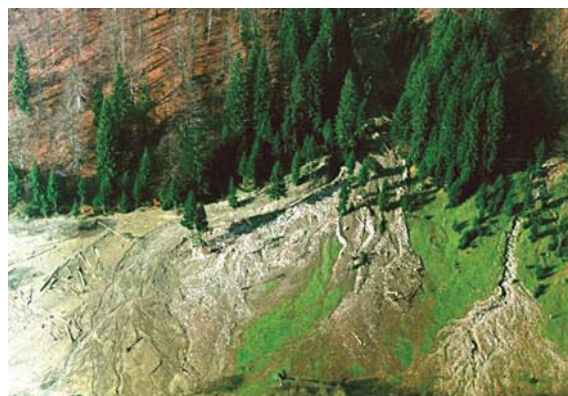
Висновки. Різноманітність геологічних умов обумовило різноманіття типів зсувів, серед яких необхідно виділити, насамперед, найбільш небезпечні зсувні геоконспекти: гігантські структурно-пластичні зсуви (тип ділянки «Вільхівчик» (рис. 2, а)), в результаті зміщення яких можуть бути зруйновані цілі селища; пластичні зсуви, що розвиваються в приповерхневих шарах; зсуви, що трансформуються в процесі зміщення в селеві потоки; зсуви типу ділянки «Арданово» (в результаті процесу набрякання глинистих порід при підвищенні рівня ґрунтових вод); природно-техногенні зсуви. Використання встановлених просторово-часових закономірностей зсувного процесу за його механізмом, дозволяє вже на стадії підходу до проблеми сформулювати ряд суттєвих висновків – як для вибору стратегії досліджень в межах різних геоконспектів території, так і з точки зору попередження катастрофічної активізації зсувів.

Дослідження доцільно проводити в межах конкретних ділянок, що були виділені в результаті інженерно-геологічного районування Карпатського регіону з метою вирішення оперативних задач оцінки придатності зсувонебезпечної території для різних видів будівництва та іншого народногосподарського освоєння території.

Серед заходів спрямованих на стабілізацію та уникнення проявів ЕГП найбільш раціональними є: проведення широкомасштабних робіт по регулюванню русла та оптимізації динаміки та режиму річкового стоку; проведення протиселевих заходів; заліснення деревинно-чагарниковою рослинністю голих схилів; ревізія, реконструкція та побудова нових протиповеневих споруд з врахуванням даних листопадової (1998 р.) катастрофічної повені; обмеження техногенної діяльності на найбільш небезпечних ділянках тощо.



а)



б)

Рис. 1. Розвиток селевих процесів в долинах річок Мокрянка та Брустуранка:

а) рятувні та аварійні роботи у с. Руська Мокра (Тячівський район) після проходження селю (грудень 1998 р); б) селеві конуси виносу в басейні р. Тересви (с. Усть-Чорна), після проходження катастрофічного паводку (листопад 1998 р.)



а)



б)

Рис. 2. Формування різних типів зсувів у межах Карпатського регіону:

а) зсув структурно-пластичного типу «Вільхівчик» (листопад 1998 р.); б) Пластичний зсув сформований у межах схилу р. Брустуранка, що є постачальником селевого матеріалу

Література

1. Адаменко О.М. Основы экологической геологии (на примере экзогеодинамических процессов Карпатского региона Украины) / О.М. Адаменко, Г.И. Рудько. – Киев, 1995. – 211 с.
2. Багрій І.Д. Активізація небезпечних геологічних явищ у Закарпатті як наслідок екстремальних паводків / І.Д. Багрій, П.В. Блінов, П.Ф. Гожик, В.П. Кожем'якін. – К., 2004. – 210 с.
3. Гошовський С.В. Екологічна безпека техноприродних геосистем у зв'язку з катастрофічним розвитком геологічних процесів / С.В. Гошовський, Г.І. Рудько, Б.М. Преснер. – К., ЗАТ «НІЧЛАВА», 2002. – 624 с.
4. Рудько Г.И. Роль сейсмического фактора в развитии оползневой процесса на примере Украинских Карпат / Г.И. Рудько, В.Н. Саломатин // Геоэкология. – М. – № 5. – С. 89–99.

5. Рудько Г.І. Научные и методические основы разработки методологической базы риска возникновения природных и техногенных катастроф (на примере западного региона Украины) / Г.І. Рудько // Тез. докл. междунар. конф. «Экологическая геология и рациональное недропользование. Становление научного направления и образования», г. Санкт-Петербург, 18–20 ноября 1997 г. – СПб., 1997. – С. 87–89.

6. Шевчук В.В. Головні особливості формування та активізації структурних осувів в басейні р. Латориця (Східні Карпати) / В.В. Шевчук, О.М. Іванік, О.В. Гуда // Вісник Київського університету. Серія геологія. – 2009. – Вип. 46. – С. 13–18.

УДК 551.3

Осиюк В.А.

Российско-Намибийская компания «Асмор»,

г. Москва, РФ; Намибия;

Институт географии АН Республики Молдовы, г. Кишинев

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ОПОЛЗНЕВОГО ПРОЦЕССА НА ТЕРРИТОРИИ МОЛДОВЫ

Виконано аналіз екзогенних процесів на основі польових та аналітичних досліджень. Запропоновані рекомендації та заходи з метою попередження зазначених несприятливих явищ.

Ключові слова: геологічна будова, екзогенні процеси, зсуви.

Выполнен анализ экзогенных процессов на основе полевых и аналитических исследований. Предложены рекомендации и мероприятия с целью предупреждения указанных неблагоприятных явлений.

Ключевые слова: геологическое строение, экзогенные процессы, оползни.

The article describes the analysis of exogenous processes on the basis of field and analytical research. The article proposed recommendations and measures to prevent these adverse effects.

Keywords: geological structure, exogenous processes, landslides.

Постановка проблеми досліджень. Среди различных регионов Европейской территории стран СНГ Республика Молдова может быть отнесена к наиболее пораженной оползневой процессом. В ее пределах находится более 16 тысяч очагов современных оползней. Активное проявление экзогенных геологических процессов (ЭГП) существенно затрудняет рациональное и интенсивное использование территории Республики Молдова общей площадью 3,376 млн. га, и наносит значительный ущерб народно-хозяйственным объектам и экономике. Геологические процессы разрушают населенные пункты и промышленные объекты, железные и автодороги, снижают плодородие почв и приводят в негодность ценные сельхозугодья. Природные условия территории предопределили морфологию оползней и механизм развития оползневого процесса, создав значительное разнообразие оползней.

Условия и факторы формирования оползней. Характер и закономерности проявления оползневых процессов, активность их развития и условия стабилизации в значительной мере определяются особенностями таких компонентов инженерно-геологической обстановки: рельефа, климата, гидрологии рек и озер; тектоники, сейсмичности и истории геологического развития региона; стратиграфо-литологических комплексов пород и их физико-механическими свойствами; а также распространением подземных вод, которые в совокупности характеризуют специфику любой территории, в

5. Рудько Г.І. Научные и методические основы разработки методологической базы риска возникновения природных и техногенных катастроф (на примере западного региона Украины) / Г.І. Рудько // Тез. докл. междунар. конф. «Экологическая геология и рациональное недропользование. Становление научного направления и образования», г. Санкт-Петербург, 18–20 ноября 1997 г. – СПб., 1997. – С. 87–89.

6. Шевчук В.В. Головні особливості формування та активізації структурних осувів в басейні р. Латориця (Східні Карпати) / В.В. Шевчук, О.М. Іванік, О.В. Гуда // Вісник Київського університету. Серія геологія. – 2009. – Вип. 46. – С. 13–18.

УДК 551.3

Осиюк В.А.

Российско-Намибийская компания «Асмор»,

г. Москва, РФ; Намибия;

Институт географии АН Республики Молдовы, г. Кишинев

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ОПОЛЗНЕВОГО ПРОЦЕССА НА ТЕРРИТОРИИ МОЛДОВЫ

Виконано аналіз екзогенних процесів на основі польових та аналітичних досліджень. Запропоновані рекомендації та заходи з метою попередження зазначених несприятливих явищ.

Ключові слова: геологічна будова, екзогенні процеси, зсуви.

Выполнен анализ экзогенных процессов на основе полевых и аналитических исследований. Предложены рекомендации и мероприятия с целью предупреждения указанных неблагоприятных явлений.

Ключевые слова: геологическое строение, экзогенные процессы, оползни.

The article describes the analysis of exogenous processes on the basis of field and analytical research. The article proposed recommendations and measures to prevent these adverse effects.

Keywords: geological structure, exogenous processes, landslides.

Постановка проблеми досліджень. Среди различных регионов Европейской территории стран СНГ Республика Молдова может быть отнесена к наиболее пораженной оползневой процессом. В ее пределах находится более 16 тысяч очагов современных оползней. Активное проявление экзогенных геологических процессов (ЭГП) существенно затрудняет рациональное и интенсивное использование территории Республики Молдова общей площадью 3,376 млн. га, и наносит значительный ущерб народно-хозяйственным объектам и экономике. Геологические процессы разрушают населенные пункты и промышленные объекты, железные и автодороги, снижают плодородие почв и приводят в негодность ценные сельхозугодья. Природные условия территории предопределили морфологию оползней и механизм развития оползневого процесса, создав значительное разнообразие оползней.

Условия и факторы формирования оползней. Характер и закономерности проявления оползневых процессов, активность их развития и условия стабилизации в значительной мере определяются особенностями таких компонентов инженерно-геологической обстановки: рельефа, климата, гидрологии рек и озер; тектоники, сейсмичности и истории геологического развития региона; стратиграфо-литологических комплексов пород и их физико-механическими свойствами; а также распространением подземных вод, которые в совокупности характеризуют специфику любой территории, в

том числе и исследуемой. Геодинамический режим региона связан преимущественно с тектонической структурой Молдавской плиты и ее пространственным положением между воздымающимся, сейсмически активным Карпатским орогеном и относительно стабильным Украинским кристаллическим щитом. Геолого-литологические особенности мезозойско-кайнозойского структурного этажа заключаются в преобладании фациально изменчивых, переслаивающихся слабо-литифицированных песчано-алевритно-глинистых отложений, характеризующихся показателями физико-механических свойств, существенно меняющимися при воздействии обводнения, и перекрывающих субгоризонтально залегающие известняки, песчаники, мергели, опоки и алевролиты. Рельеф представляет собой сочетание денудационных возвышенных, эрозионно-денудационных и аккумулятивных низменных равнин и эрозионно-денудационных возвышенностей неоген-четвертичного возраста с разной вертикальной и горизонтальной расчлененностью и преобладанием склонов различного генезиса и крутизны [1]. Пороговые значения многолетних осадков, вызывающих активизации оползней – 1,5–2,0 нормы (250 мм) за холодный, и 1,2–1,3 нормы (350 мм) за теплый период (Максимов М.М. и др., 1978, 1980).

Таким образом, характерное для исследуемой территории сочетание структурно-тектонических, геолого-литологических, климатических, геоморфологических и гидрогеологических особенностей обуславливает развитие и активность определенных ЭГП, и их парагенетических сочетаний и соответственно ее современную экзогеодинамику. Но, следует подчеркнуть и роль техногенеза на активизацию оползневых процессов. Широкомасштабное освоение малопродуктивных склоновых земель в целях интенсификации агропромышленного производства, осуществляемое зачастую без соответствующих инженерно-геологических обоснований и без проектов, а также без превентивных мер инженерной защиты, достаточно часто приводит к активизации эрозионных и оползневых процессов на освоенных склонах и экономическому ущербу.

Пространственно-временные закономерности и механизмы формирования оползней. По данным кадастра оползней инженерно-геологической службы Агентства по геологии и минеральным ресурсам, на территории Республики Молдова распространено более 16000 очагов оползней общей площадью до 800 км². Из них около 2300 очагов оползней общей площадью 1300 га расположено в пределах населенных пунктов.

Пораженность территории современными оползнями неравномерна (рис. 1) и зависит от особенностей проявления оползнеобразующих факторов. В настоящее время основная масса (85–90% по площади) древних оползневых склонов находится в устойчивом состоянии. Нарушенность их современными оползнями изменяется от долей процента до 60 %.

Среди закономерностей распространения оползней можно выделить основные: 1) при удалении от Кодр, интенсивность проявления оползневого процесса падает; практически лишены оползней некоторые участки юга и юго-востока территории, участки Левобережья Днестра, где под аллювием террас залегают известняки, отсутствует деформирующийся горизонт; к северу от Кодр; 2) в местах преобладающих выходов пластических глин низов среднего сармата (нижнекодринская подсквита), оползни развиваются на более пологих склонах – до 6–8°. В центральных и южных частях Молдовы, где в разрезе примерно-равное переслаивание толщ глин и песков, большая интенсивность оползней и развиты они на более крутых склонах; 3) активизация оползневого процесса имела место в конце 70-х и 80-х годов XIX столетия, затем в 1906, 1912-1915, 1923, 1932, 1937, 1940-1941, 1948, 1963, 1966, 1967, 1969, 1970, 1973, 1974, 1977, 1979, 1980, 1985, 1990, 1998 1999 г.г. (Сударев А.П. и др., 1992, 2009). 2000-2010 гг. характеризовались спадом активности. Установлено, что наиболее интенсивными были активизации зимне-весенних периодов и значительно слабее летние и осенние. В каждом случае ведущим фактором, обуславливающим активизацию процесса, являлось значительное увлажнение пород склонов аномально-высокими атмосферными осадками, а иногда и сопутствующими последним активным развитием овражной эрозии. В 1940 г. (ноябрь) интенсивность активизации возросла вследствие наложения другого фактора – высоко балльных (7-8 баллов) землетрясений; 4) в отличие от древних, современные оползни поражают склоны локально, в виде отдельных очагов [3,4].

Региональная классификация оползней (на примере территории Молдовы). По генетическим признакам, с учетом механизма смещения и строения оползневых массивов, в неоген-четвертичных

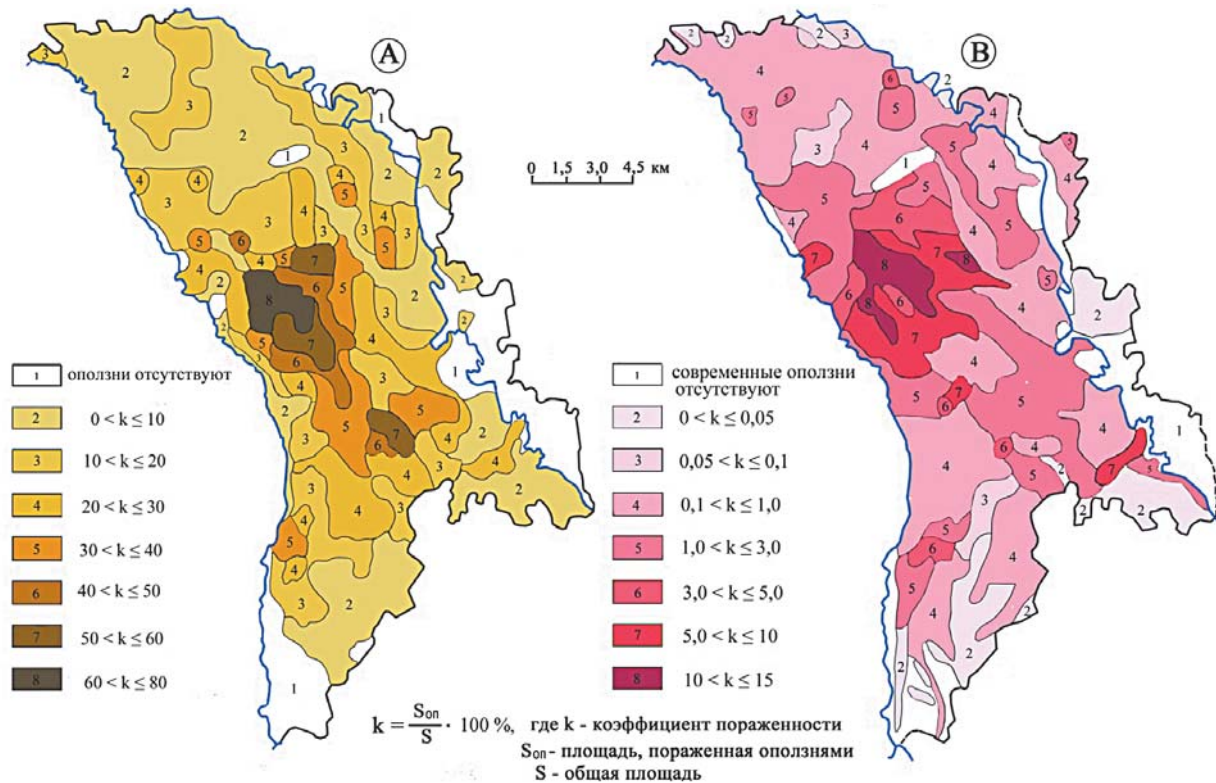


Рис. 1. Карта пораженности территории Республики Молдовы древними (А) и современными (Б) оползнями

отложениях региона выделяются следующие типы современных оползней: скольжения, течения и сложно-комбинированного смещения. Схема инженерно-геологической классификации оползней и их схематические разрезы приведены в табл. 1 [3].

Оползни скольжения, объемами от первых тысяч до десятков миллионов кубометров, с характерным блоковым строением, наиболее широко распространены в основном на склонах Северо-Западных Кодр, Тигечьской и Приднестровской возвышенностей и в некоторых других районах (где обусловлены воздействием техногенных факторов) (рис. 2, а). Развиваются преимущественно на северо-восточных и северных склонах долин, сформировавшихся на крутых крыльях неотектонических блоков (рр. Бык, Быковец, Икель и др.) (см. табл. 1). В их составе преобладают слабообводненные песчаные пачки с прослоями глин, алевроитов, песчаников, местами конгломератов (верхний сармат-мэотис) и ритмично переслаивающиеся мощные пачки глин и песков среднего сармата с преимущественно сдренированными подземными водами.

Оползни течения наиболее широко (в количественном отношении) распространены на исследуемой территории (на западных и юго-западных склонах долин рек Нырново, Болдурешть, Лэпушна и др., на левых склонах северных притоков рек Кула, Икел, Бык). Они представляют собой оплывины (рис. 2, а), сплывы (рис. 2, б) и потоки перемятых и сильноувлажненных песчано-глинистых пород, движение которых происходит в виде вязких и вязкопластических масс с переменной скоростью в высоких цокольных террасах, а также на откосах выемок и насыпей крутизной от 4 до 10-12° (см. табл. 1).

В центральных и юго-восточных районах оползни, потоки и оплывы формируются, главным образом, в позднеплейстоцен-голоценовых оползневых накоплениях и современных оползневых массах на склонах оползневых цирков «Ворничень», «Лозово», «Брэвича», «Нэпадень» и др. Оплывины каплевидной, ложкаобразной и изометричной формы, относительно небольших объемов (10–80 тыс. м³), возникают вследствие уменьшения вязкости и прочности оползневых масс и эллювиально-делювиальных образований при обводнении атмосферными и поверхностными водами [2].

Таблица 1

**Региональная классификация оползней Республики Молдовы
(по генетическим признакам)**

Тип явления (по механизму)	Разновидность (по приуроченности к комплексам пород, определяющих их строение и текстуру)
Скольжения	
асеквентные	• в породах верхнего сармата-мэотиса • в аллювии четвертичных террас • в техногенных грунтах насыпей и по их контакту • с коренными породами в откосах
инсеквентные	• в породах верхнего сармата-мэотиса и среднего сармата • в древних оползневых накоплениях
консеквентные	(по контакту с коренными породами сармата) • по контакту делювия с коренными сарматскими глинами
Течения	
оползни-потоки	• в выветрелых породах среднего сармата — оплывины, оплывы • в плейстоцен-голоценовых оползневых накоплениях • в современных оползневых массах • в техногенных грунтах откосов и насыпей • в древних оползневых накоплениях
собственно течения	• в выветрелых породах среднего сармата • в породах среднего сармата, перекрытых аллювием плиоценовых и раннечетвертичных пород • в древних оползневых накоплениях • в породах среднего сармата
Сложного смещения	
течения-скольжения	• в породах верхнего сармата-мэотиса, верхнего и среднего сармата, перекрытых плейстоценовыми оползневыми накоплениями • в породах верхнего, среднего и нижнего сармата, перекрытых древними оползневыми накоплениями • в породах среднего и верхнего сармата-мэотиса, перекрытых оползневыми плейстоценовыми накоплениями и делювием

Оползни сложно-комбинированного смещения, объемами в первые десятки млн. куб. м, широко распространены на высоких склонах эрозионно-оползневых цирков, речных долин и балок преимущественно в Северо-Западных и Центральных Кодрах. Механизм развития этих оползней представляет собой сочетание нескольких видов деформирования горных пород в процессе их движения и локализации этих деформаций в различных областях массива. Смещение в виде сдвига-скольжения крупных блоков и пачек пород по локальным зонам ослабления (трещинам, контактам, др.) характерно для верхних частей массивов. В средних частях, вследствие наличия в разрезе мощных пачек обводненных, плавунных песков, под давлением расположенных гипсометрически выше блоков происходит, по-видимому их выплывание или выдавливание (вязкое течение). Для нижних частей оползневых массивов характерно вязкое и вязко-пластическое деформирование перемятых и сильно увлажненных песчано-глинистых пород.

Анализ геологического строения, механизма и динамики оползней сложного смещения позволяет, учитывая их формирование и развитие, выделить два основных подтипа: скольжения-течения с признаками выплывания (выдавливания) с преимущественным развитием деформаций ползучести и течения; течения-скольжения с преобладанием деформаций сдвига и скольжения, представляющих собой течение, локализованное в узкой зоне смещения блоков. Сложный оползень течения-скольжения развивается в верховьях эрозионно-оползневого цирка, расположенного в 2,5 км к югу от пгт. Ниспорень (рис. 3,а) [5].



а)



б)

Рис. 2. Формирование оползней течения, что представляют угрозу автодороге:

а) оплывины в откосах выемки автодороги Кишинев–Черновцы; б) сплывы в насыпи автодороги Кишинев–Черновцы



а)



б)

Рис. 3. Формирование оползней на территории Республики Молдовы:

а) оползень сложного механизма смещения в верховьях эрозионно-оползневой депрессии в 2,5 км к югу от пгт. Ниспорень; б) оползень, развивающийся под влиянием эрозии р. Днестр (с. Мэлзэшь, Криулянский район)

В пределах Южно-Молдавской расчлененной равнины большинство оползней развивается также вследствие активного проявления овражной эрозии (рис. 3,б). Так, активное воздействие речной эрозии привело к формированию оползней на эрозионных уступах плиоцен-четвертичных террас долины р. Прут на участке от с. Брэнешть до устья р. Сэрата. Оползни скольжения и сложного механизма (скольжения- выдавливания-течения) развиваются в пределах внешних частей меандр у сс.Бранешть, Аврамень, Горешть, Унгень, Вранешть-Тэксобень, Дэнуцень, Костулень, Фрэсинешть, Бэрбоень, Збероя, Немцень, Токилэ-Рэдукень, Леоово и др. Большинство таких оползней характеризуется сложным механизмом смещения, а их объемы могут достигать 70 млн. м³, как, например, у с. Горешть. По бортам речных долин, левых притоков Прута, встречаются лишь редкие небольшие объемами до 100 тыс. м³ оползни скольжения, режим развития которых обусловлен интенсивностью руслового размыва. В долине р. Днестр аналогичные оползни возникли и развиваются под влиянием речной эрозии на левом берегу, напротив пгт. Криулень, и на правом у сс. Вадул-луй-Водэ, Мэлаешть, Коржево, Ст. Дубосары и других (рис. 2,б).

Выводы.

1. Развитие оползневой системы в настоящее время происходит преимущественно унаследовано, в позднеплейстоцен-голоценовых оползневых накоплениях на существующих оползневых и сложного генезиса склонах путем захвата в движение новых, неактивных пород присклоновых зон, либо формирования вторичных оползней (сплывов, оплывин, потоков). Формирование новых оползней отмечается сравнительно редко и обусловлено, как правило, существенным влиянием техногенных факторов.

2. В пространственном отношении наблюдаются следующие характерные закономерности: в Северной Молдове активное развитие оползней наблюдается в сильно увлажненных выветрелых породах среднего сармата и плейстоцен-голоценовых оползневых накоплениях на склонах преимущественно северных и северо-западных экспозиций. Преобладают оползни течения; в Центральной Молдове наиболее активно развитие оползней наблюдается на сильно увлажненных западных и юго-западных склонах эрозионно-оползневых цирков, расположенных на крутых приподнятых крыльях тектонических блоков; склоны формировались на протяжении плиоцен-четвертичного времени преимущественно в отложениях среднего сармата-мэотиса, которые в присклоновых зонах перекрыты разновозрастными оползневыми накоплениями и делювием; преобладают оползни скольжения и сложного смещения (скольжения-течения) больших объемов, нередко связанные с интенсивным оврагообразованием, локально развиты оползни выдавливания; в Южной Молдове оползневой процесс развивается в тесной связи с овражной эрозией, причем оползни начинают формироваться в бортах оврагов при вскрытии ими понтических и верхнесарматских глин, захватывая впоследствии приовражные и межовражные участки и формируя своеобразные эрозионно-оползневые системы.

3. С учетом выбранных критериев оценки эколого-геологической обстановки была составлена карта эколого-геодинамического районирования юго-западной части Восточно-Европейской платформы [4].

Литература

1. Капчеля А.М. Рельеф и экзогенные процессы Кодра Молдавии / А.М. Капчеля, В.А. Осюк. – Кишинев: Штиинца, 1989. – 225 с.
2. Кюнтцель В.В. Закономерности оползневой системы на Европейской территории СССР и его региональный прогноз / В.В. Кюнтцель. – М.: Недра, 1980. – 213 с.
3. Осюк В.А. Современные оползни в неоген-четвертичных отложениях Центральной Молдавской возвышенности (Кодры) / В.А. Осюк. Автореф. дисс. канд. геол.-мин. наук: 04.00.07 / МГУ им. М.В. Ломоносова. – М., 1986. – 20 с.
4. Осюк В.А. Мониторинг опасных геологических процессов на территории Молдовы / В.А. Осюк, А.П. Сударев. – Кишинев: IEFIS, 2006. – 64 с.
5. Сударев А.П. Режим оползней Молдавии – основа организации и ведения мониторинга. Автореф. дисс. канд. геол.-мин. наук: 25.00.08 / ВСЕГИНГЕО МПР РФ / А.П. Сударев. – п. Зеленый, Московской обл. 2002. – 26 с.

ЕКОЛОГІЯ ГІДРОСФЕРИ

УДК 502:556(477.82)

*Гарасимчук В.Ю., Кость М.В., Паньків Р. П., Майкут О.М.,
Сахнюк І.І., Мандзя О.Б., Козак Р.П.*

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, м. Львів

ЕКОЛОГО-ГІДРОГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ В РАЙОНІ ЛОКАЧИНСЬКОГО ГАЗОВОГО РОДОВИЩА

Досліджено еколого-гідрогеологічні умови в районі Локачинського газового родовища. З'ясовано гідрогеологічну зональність підземних вод. Встановлено негативні якісні характеристики вод верхнього горизонту.

Ключові слова: Локачинське газове родовище, підземні води, гідрогеохімічні умови, екологічний стан.

Исследованы эколого-гидрогеологические условия в районе Локачинского газового месторождения. Выявлено гидрогеологическую зональность подземных вод. Установлено негативные качественные характеристики вод верхнего горизонта.

Ключевые слова: Локачинское газовое месторождение, подземные воды, гидрогеохимические условия, экологическое состояние.

The environmental and hydrogeological conditions in the area Lokachi gas field are researched. It is shown hydrogeological zonality of groundwater. The negative qualitative characteristics of the upper horizon water were determined.

Keywords: Lokachi gas field, groundwater, hydrogeochemical conditions, environmental conditions.

Постановка проблеми. Екологічний стан довкілля визначається впливом природних і антропогенних чинників. Геоекологічні проблеми, пов'язані з пошуками, розвідкою та нафтогазовидобутком, обумовлені, головним чином, бурінням та експлуатацією свердловин. При порушенні технологічних умов це може призвести до забруднення компонентів навколишнього природного середовища (ґрунтів, поверхневих і підземних вод, атмосферного повітря) буровими розчинами і хімреагентами, продуктами освоєння свердловин (нафтою, газом, газовим конденсатом і пластовою водою), вибуреною породою (шламом) і буровими стічними водами, паливно-мастильними матеріалами, продуктами згоряння палива і іншими забруднюючими речовинами [6].

Оцінка екологічного стану геологічного середовища (зокрема і підземних вод) є основою безпечного природокористування та екологічного нормування.

Актуальність дослідження. Одним із пріоритетів вирішення проблем екології та природокористування в районах нафтогазовидобутку є попередження забруднень як природного, так і техногенного характеру та покращення екологічного стану поверхневих водотоків, ґрунтів, підземних вод.

Гідрогеоекологічні дослідження дозволяють виявити джерела забруднень, отримати нові дані про екологічний стан геологічного середовища, оцінити якісні та кількісні характеристики полутантів.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими програмами. Еколого-гідрогеохімічні дослідження проведено авторами 2011 р. в рамках виконання держбюджетної теми Б 6/11 «Гідрогеоекологічні дослідження Львівського прогину в зв'язку з нафтогазоносністю». Ця тема входить в один з основних напрямків діяльності Інституту геології і геохімії горючих копалин НАН України «Теорія нафтогазоутворення та формування покладів і родовищ нафти, газу, метану у вугільних пластах і сланцевого газу».

Мета роботи – провести оцінку гідрогеоекологічних умов в районі Локачинського газового родовища.

© Гарасимчук В.Ю., Кость М.В., Паньків Р. П., Майкут О.М.,
Сахнюк І.І., Мандзя О.Б., Козак Р.П., 2013

Об'єкт дослідження – підземні води району досліджень.

Методика досліджень полягала в інтерпретації фондових та опублікованих даних по геохімічних характеристиках пластових вод Локачинського родовища, аналізі та узагальненні попередніх досліджень та інтерпретації результатів власних визначень. В роботі використані методи статистичного та графічного опрацювання фактичного матеріалу.

З метою оцінки еколого-гідрогеохімічних умов в межах території впливу родовища було відібрано ряд проб криничних та свердловинних вод (с. Марковичі). У відібраних пробах вод визначено вмісти 40 показників (органолептичних, рН, масової частки сухого залишку, суспендованих речовин, макро- та мікрокомпонентів, сполук нітрогену, вільного CO_2 , $\text{O}_{\text{перм}}$, ХПК, БСК₅, розчиненого кисню, фенолів та ін. Аналітичні визначення проведено в атестованій лабораторії спектральних і хімічних методів аналізу ІГГГК НАН України.

Аналіз попередніх досліджень. Дослідженнями гідрогеологічних умов нафтогазоносності південно-західної частини Східноєвропейської платформи [3, 4] виділено основні гідрогеологічні комплекси, виявлено наявність інфільтраційних та постелізієвих водонапірних систем, з'ясовано гідрогеологічні умови формування та збереження газових скупчень, встановлено гідрогеологічні критерії газоносності. З метою обґрунтування робіт по пошуках колекторів для захоронення стічних шахтних вод для території Волино-Поділля проведено аналіз геологічних та гідрогеологічних умов [1].

Незважаючи на значний об'єм проведеної роботи, деякі питання в царині еколого-гідрогеологічного стану в районі Локачинського газового родовища залишаються не висвітленими, що і обумовлює актуальність наступних досліджень.

Результати досліджень. Локачинське газове родовище розташоване в Локачинському районі Волинської області між селами Марковичі, Міжгір'я, Заячиці, Шельвів, Роговичі на відстані 48 км від Луцька (рис. 1). Воно належить до Волино-Подільської нафтогазоносної області Західного нафтогазоносного регіону України. Родовище приурочене до Зовнішньої зони (східного борту) Львівського палеозойського прогину Східноєвропейської платформи. Локачинська структура є підняттям північно-східного простягання, яке ускладнене брахіантикліналями. Родовище відкрито в 1979–1980 рр. структурно-пошуковим бурінням і розвідано в 1980–1982 рр. державним підприємством «Західукрекологія», але фактично не розроблялося з огляду на високий вміст у його сировині сірководню та меркаптанів (відповідно в 15 та 3 рази вище за норму). У 2002 р. на родовищі введено в дію унікальну для України установку комплексної очистки газу від сірководню та меркаптанів, яка працює і нині.

Локачинська структура розмірами 11,0х3,5 км та висотою 75–100 м простежується в розрізі від рифею до крейди. Продуктивними в плані газоносності є 7 горизонтів в межах нижнього і середнього девону. Поклади пластові, склепінні, лише верхньострутинський пластовий склепінний літологічно обмежений. Режим покладів газовий. Початкові видобувні запаси газу – 6972 млн. м³ [2].

Підземні води родовища поширені в межах окремих водоносних горизонтів карбонового, девонського, силурійського та кембрійського комплексів.

Води в межах відкладів карбонової системи розкриті лише св. 23 в інтервалі глибин 700–900 м. Зважаючи на мінералізацію 0,84 г/дм³, підвищені відносні вмісти сульфатів та гідрокарбонатів при значенні $r\text{Na}/r\text{Cl}$ 1,79, можна констатувати їхню інфільтраційну генезу.

Водовмісними колекторами середньодевонського водоносного горизонту здебільша є горизонти органогенних доломітів та вапняків, рідше прошарки пісковиків. Мінералізація основного об'єму вод знаходиться в межах 41–88 г/дм³; в окремих випадках – значно перевищує ці значення, сягаючи 177 г/дм³ (рис. 2). За типом води хлоридно-кальцієві, високометаморфізовані, низькосульфатні.

Водоносний горизонт нижнього девону приурочений до вапнистих органогенних утворень. Води також хлоридно-кальцієвого типу, високометаморфізовані, низькосульфатні. Мінералізація вод горизонту коливається в інтервалі 33–93 г/дм³.

Водовмісними колекторами для вод силурійського водоносного горизонту слугують кавернозні біогермні вапняки і органогенні доломіти. У порівнянні з верхніми горизонтами, води більш мінералізовані (основний об'єм вод характеризується значеннями в інтервалі 69–133 г/дм³). За типом – це також хлоридно-кальцієві високометаморфізовані солянки.



Рис. 1. Локація Локачинського газового родовища

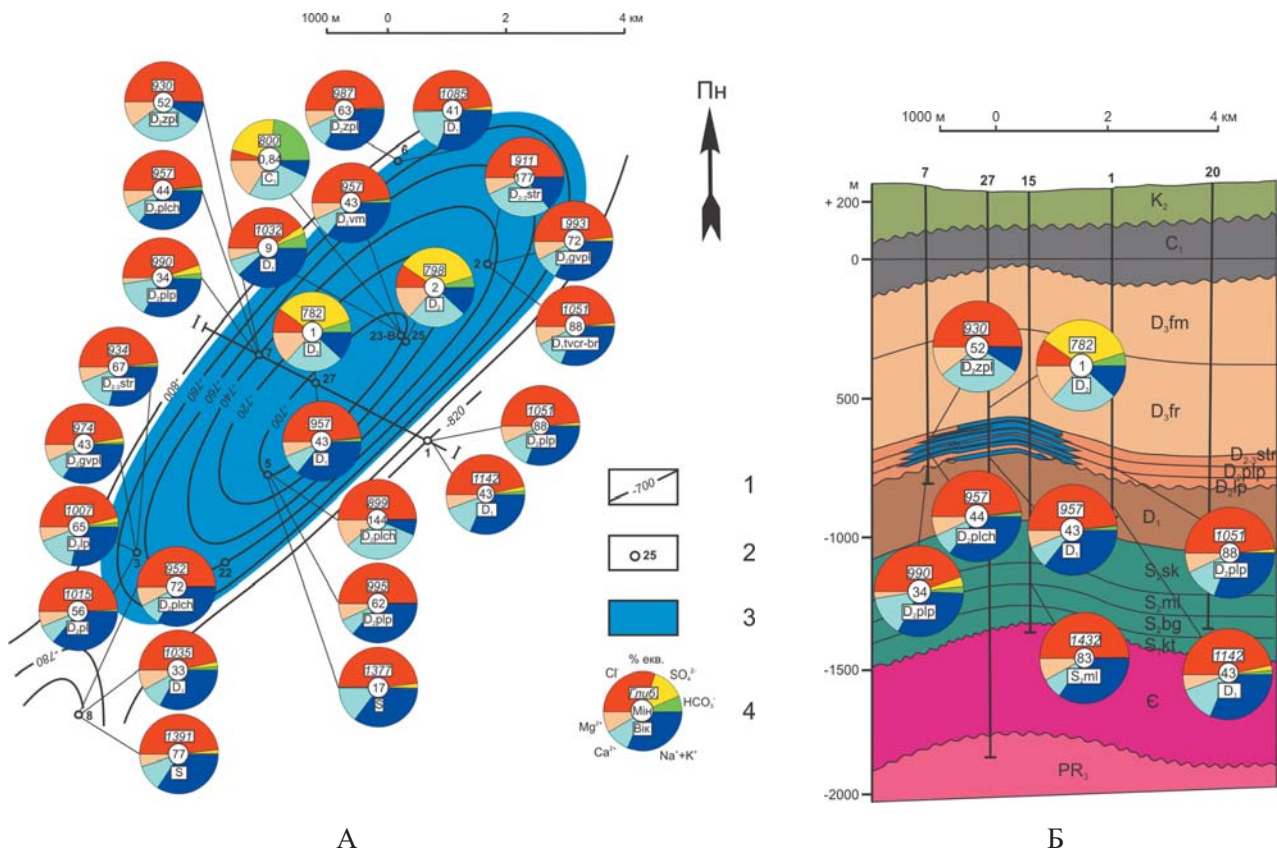


Рис. 2. Гідрогеохімічна картосхема (А) та розріз (Б) Локачинського газового родовища (структурна основа за [2])

1 – ізогіпси покрівлі лопушанської світи D₂; 2 – свердловина та її номер; 3 – поклади газу; 4 – геохімічні характеристики вод родовища

Води в піщанистих породах кембрію розкриті рядом свердловин, починаючи з глибини 1597 м і глибше. Це високометаморфізовані слабкосульфатні солянки з мінералізацією 57–118 г/дм³.

Сенон-туронський горизонт верхньої крейди, який є першим від поверхні водоносним горизонтом у межах території досліджень, експлуатується населенням для питного та побутового використання. Водоносність горизонту зумовлена інтенсивною тріщинуватістю крейдяно-мергельної товщі.

Результати аналітичних визначень криничних, свердловинних та джерельних вод цього горизонту (с. Марковичі та околиці) встановили несприятливі для питного споживання їхні характеристики. Води відзначаються підвищеною мінералізацією (в окремих випадках до 1600 мг/дм³), що в 1,6 рази перевищує гранично допустимі концентрації для вод питного використання (ГДКп) [5]. Зафіксовані підвищені значення загальної твердості (1,81 ГДКп), нітратів (6,32 ГДКп), калію (11,11 ГДКп), кремнію (1,16 ГДКп), магнію (1,14 ГДКп). Підвищені вмісти у водах гідрокарбонатів, кальцію та магнію, у приповерхневих умовах спричинені інтенсивним розчиненням вапнистих водовмісних товщ. Високі концентрації нітратів (за відсутності чи низькому вмісті іону амонію) та калію вказують на тривале у часі забруднення вод стоками із сільськогосподарських угідь чи тваринницьких господарств.

У більшості відібраних проб вод встановлено наявність сірководню, вмісти якого знаходяться в межах 0,04–0,132 мг/дм³. Хоча вміст сірководню у воді не регламентується, проте відомо, що його навіть дуже низькі концентрації впливають на загальні органолептичні властивості води, погіршуючи запах та смак. Утворення сірководню в природі можливе декількома шляхами. У приповерхневих умовах він утворюється при розкладі білкововмісної органіки у відновному середовищі (без доступу кисню). Найінтенсивніше такі процеси проходять у торф'янистих та мулистих болотних водоймах.

Інший шлях утворення сірководню та його похідних полягає в біохімічному відновленні сульфатів (найчастіше розчинених у воді) органічними компонентами (так званий процес сульфатредукції). У нашому випадку на протікання сульфатредукуючих реакцій у горизонтах Локачинського родовища вказують доволі високі вмісти сірководню та меркаптанів поряд з вільним метановим газом.

Автори роботи, зважаючи на недостатній обсяг проведених досліджень по цьому питанню, що власне і не входило в плани даної роботи, не можуть чітко констатувати джерел утворення та шляхів надходження сірководню в об'єкти, які дренують та експлуатують верхній водоносний горизонт. Проте, на думку авторів, встановлення та підтвердження шляхів глибинної еманції сірководню, якими часто-густо є диз'юнктивні порушення, може слугувати одним із прямих пошукових критеріїв наявності в надрах досліджуваної території вуглеводневих скупчень.

Висновки. Підземні води Локачинського газового родовища приурочені до карбонового, девонського, силурійського та кембрійського комплексів. Інфільтраційна водонапірна система (зона активного водообміну) сягає глибин 900 м. У межах цих глибин відбуваються процеси біохімічного окиснення метану водорозчинними сульфатами, наслідком чого є високі вмісти сірководню та меркаптанів. Нижче залягає зона утрудненого водообміну, для якої характерні слабка динаміка вод, підвищена мінералізація та метаморфізація вод при відносно низьких вмістах гідрокарбонатів та сульфатів. Саме ці характеристики пластових вод унеможливають або зводять до мінімуму механічне чи біохімічне руйнування вуглеводневих покладів.

Сенон-туронський горизонт верхньої крейди, який експлуатується населенням, не захищений від впливів антропогенної діяльності. Вплив сільськогосподарської діяльності позначився на підвищених вмістах нітратів та калію. Інтенсивна динаміка вод відобразилася підвищеною мінералізацією та твердістю. Наявність у водах сірководню може свідчити про природні приповерхневі процеси розкладу органіки, або його підтік із глибинних джерел розущільненими ділянками тектонічних порушень. У разі підтвердження останнього можна говорити про можливість використання ознак підвищених вмістів сірководню у водах верхніх горизонтів в якості пошукових критеріїв на скупчення вуглеводнів.

Перспективи використання результатів дослідження. Отримані результати є інформативною основою для кількісної регіональної оцінки еколого-гідрогеологічних умов досліджуваної території, а також потенційними пошуковими гідрогеологічними критеріями на скупчення вуглеводнів.

Література

1. Анализ результатов глубокого бурения на нефть и газ в пределах Воыно-Подоллии с целью обоснования работ по поискам коллекторов для захоронения сточных шахтных вод: отчет ИГГГИ АН УССР по теме Д 9/90 / В. В. Колодий, М. И. Павлюк, Б. П. Ризун [и др.]. – Львов, 1989. – 97 с.
2. Атлас родовищ нафти і газу України: у 6 т. [під ред. Іванюти М. М.]. – Львів: Центр Європи, 1998. – Т. 4. Західний нафтогазоносний регіон. – 328 с.
3. Гідрогеологічні умови нафтогазоносності західної і південно-західної окраїни Східно-Європейської платформи: звіт ІГГГК НАН України по темі Б 3/95 / В. В. Колодій, В. Г. Осадчий, Г. Ю. Бойко [та ін.]. – Львів, 2000. – 176 с.
4. Гідрогеологія нафтогазоносних провінцій України: у 2 т.: звіт ІГГГК НАН України по темі Б 3/90 / В. В. Колодій, В. Г. Осадчий, Г. Ю. Бойко [та ін.]. – Львів, 1995. – Т. 2. Текстова частина. – 321 с.
5. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною: ДСанПіН 2.2.4-171-10. – [Наказ МОЗ України № 400 від 2010-05-12]. – Київ, 2010. – 48 с. – (Національний стандарт України).
6. Крупський Ю. З. Геологія та екологія видобутку нафти і газу: навч. пос. / Ю. З. Крупський. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2010. – 212 с.

УДК 631.6: 626.86: 504.0: 632:1

Ковальчук В.П.

Інститут водних проблем і меліорації НААН України, м.Київ

ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМНОГО УПРАВЛІННЯ ВОДНИМ РЕЖИМОМ ЗРОШУВАНИХ ТЕРИТОРІЙ В УМОВАХ ПІДТОПЛЕННЯ

Запропоновано системні принципи, методи та інформаційні технології для управління водним режимом зрошуваних територій. На прикладі смт. Каланчак виділені і проаналізовані окремі територіальні підсистеми, досліджені закономірності формування водного режиму, запропоновано поєднання заходів з раціонального водокористування і інженерних заходів захисту від підтоплення.

Ключові слова: управління водним режимом, інформаційні технології, системні дослідження, підтоплення.

Предложены системные принципы, методы и информационные технологии для управления водным режимом орошаемых территорий. На примере пгт. Каланчак выделены и проанализированы отдельные территориальные подсистемы, исследованы закономерности формирования водного режима, предложено совместить мероприятия рационального водопользования с инженерной защитой от подтопления.

Ключевые слова: управление водным режимом, информационные технологии, подтопление, системные исследования.

It is proposed the system principles, methods and information technology to manage a water regime in irrigated areas. By the example of Kalanchak urban village it has been selected and analyzed some territorial subsystems, investigated a mechanism of water regime formation and proposed a combination of measures on rational water use and engineering ones to protect against flooding.

Keywords: Water regime management, information technology, system studies, flooding.

Постановка задачі. Динаміка довготермінових змін водного режиму викликана мінливістю кліматичних умов (скорочення холодного періоду, загальне підвищення кількості опадів), зміною умов гос-

Література

1. Анализ результатов глубокого бурения на нефть и газ в пределах Волыно-Подольи с целью обоснования работ по поискам коллекторов для захоронения сточных шахтных вод: отчет ИГГГИ АН УССР по теме Д 9/90 / В. В. Колодий, М. И. Павлюк, Б. П. Ризун [и др.]. – Львов, 1989. – 97 с.
2. Атлас родовищ нафти і газу України: у 6 т. [під ред. Іванюти М. М.]. – Львів: Центр Європи, 1998. – Т. 4. Західний нафтогазоносний регіон. – 328 с.
3. Гідрогеологічні умови нафтогазоносності західної і південно-західної окраїни Східно-Європейської платформи: звіт ІГГГК НАН України по темі Б 3/95 / В. В. Колодій, В. Г. Осадчий, Г. Ю. Бойко [та ін.]. – Львів, 2000. – 176 с.
4. Гідрогеологія нафтогазоносних провінцій України: у 2 т.: звіт ІГГГК НАН України по темі Б 3/90 / В. В. Колодій, В. Г. Осадчий, Г. Ю. Бойко [та ін.]. – Львів, 1995. – Т. 2. Текстова частина. – 321 с.
5. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною: ДСанПіН 2.2.4-171-10. – [Наказ МОЗ України № 400 від 2010-05-12]. – Київ, 2010. – 48 с. – (Національний стандарт України).
6. Крупський Ю. З. Геологія та екологія видобутку нафти і газу: навч. пос. / Ю. З. Крупський. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2010. – 212 с.

УДК 631.6: 626.86: 504.0: 632:1

Ковальчук В.П.

Інститут водних проблем і меліорації НААН України, м.Київ

ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМНОГО УПРАВЛІННЯ ВОДНИМ РЕЖИМОМ ЗРОШУВАНИХ ТЕРИТОРІЙ В УМОВАХ ПІДТОПЛЕННЯ

Запропоновано системні принципи, методи та інформаційні технології для управління водним режимом зрошуваних територій. На прикладі смт. Каланчак виділені і проаналізовані окремі територіальні підсистеми, досліджені закономірності формування водного режиму, запропоновано поєднання заходів з раціонального водокористування і інженерних заходів захисту від підтоплення.

Ключові слова: управління водним режимом, інформаційні технології, системні дослідження, підтоплення.

Предложены системные принципы, методы и информационные технологии для управления водным режимом орошаемых территорий. На примере пгт. Каланчак выделены и проанализированы отдельные территориальные подсистемы, исследованы закономерности формирования водного режима, предложено совместить мероприятия рационального водопользования с инженерной защитой от подтопления.

Ключевые слова: управление водным режимом, информационные технологии, подтопление, системные исследования.

It is proposed the system principles, methods and information technology to manage a water regime in irrigated areas. By the example of Kalanchak urban village it has been selected and analyzed some territorial subsystems, investigated a mechanism of water regime formation and proposed a combination of measures on rational water use and engineering ones to protect against flooding.

Keywords: Water regime management, information technology, system studies, flooding.

Постановка задачі. Динаміка довготермінових змін водного режиму викликана мінливістю кліматичних умов (скорочення холодного періоду, загальне підвищення кількості опадів), зміною умов гос-

подарювання (розпаювання, зростання цін на електроенергію для водовідведення, старіння обладнання, зникнення зрошення або заміна одних зрошувальних технологій іншими, зміна структури вирощуваних сільськогосподарських культур) [7]. Зміни в геологічному середовищі призводять до підвищення водомісткості та зменшення вільної ємності – аж до появи напірності водоносних горизонтів і територіального розширення площ напірності [1,7,8]. Зміна водного режиму тягне за собою порушення сольового режиму ґрунтів і гідрохімічного режиму ґрунтових вод. Змінюються також інженерно-геологічні умови зрошуваної території. Відомі випадки просадок в зоні впливу зрошувальних каналів [6].

Проаналізувавши вплив різних факторів на формування водного режиму меліорованих територій, нами показана необхідність комплексного підходу до визначення та реалізації заходів управління водним режимом території на основі інформаційно-аналітичних систем [2,4].

Виходячи з умов сталого розвитку території, обґрунтована необхідність системного ієрархічного управління водним режимом [3], що забезпечується поєднанням наукових досліджень в двох напрямках:

- аналіз водонадходження на територію з урахуванням існуючих водних джерел, дослідження чинників антропогенного і природного походження;
- аналіз водовідведення з території, дослідження природних умов фільтраційної здатності території та зміну гідрогеологічних умов формування водовідведення в зв'язку з дією антропогенних факторів.

Задача полягає в дослідженні закономірностей формування водного режиму на розглядуваній території і застосуванні розроблених принципів, методів та інформаційних технологій для поєднання заходів з раціонального водокористування з інженерними заходами захисту від підтоплення.

Проведення досліджень. Розглядувана територія (рис. 1) з півночі та північного сходу обмежена Північно-Кримським каналом, водоймами зі значними фільтраційними втратами з них, зрошувальними системами та городами. На півдні територія обмежується зрошувальними, в основному рисовими системами. На південному заході р.Каланчак перегороджена дамбами ставка. Територія представлена нами як структурована система у вигляді об'єднання окремих територіальних блоків (підсистем), що досліджуються як окремі елементи з функціональними зв'язками між ними (рис. 1).

У підсистемах I і IV дослідження процесів коливання РГВ показало, що воно тісно пов'язано з випаданням атмосферних опадів (рис. 2). Природними факторами, що мають суттєвий вплив на процеси формування водного режиму території, є випадання опадів та п'єзометричний напір пліоценового

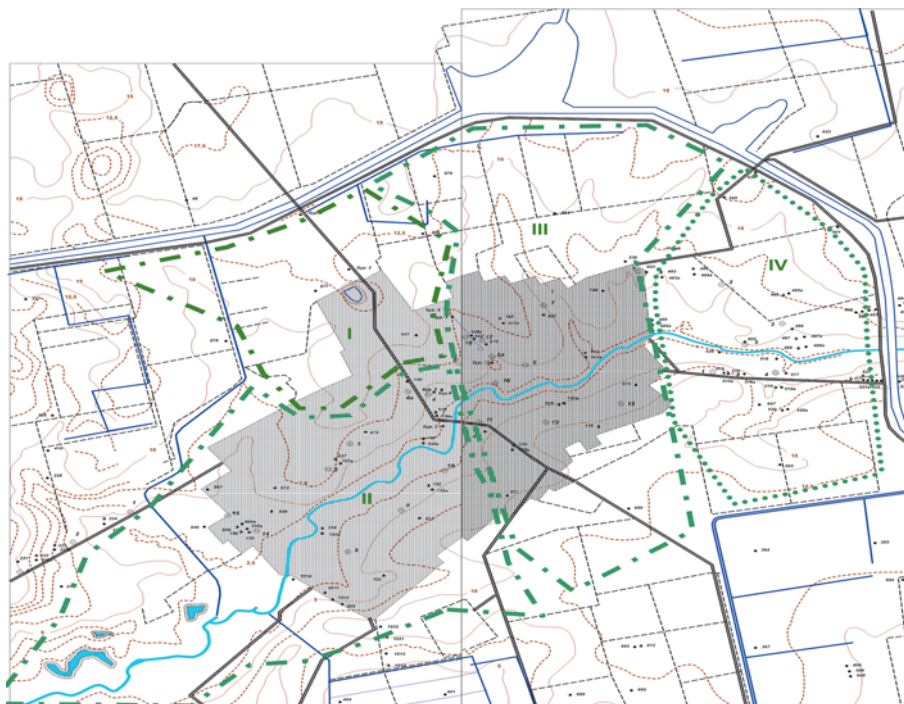


Рис. 1. Розподіл території на підсистеми

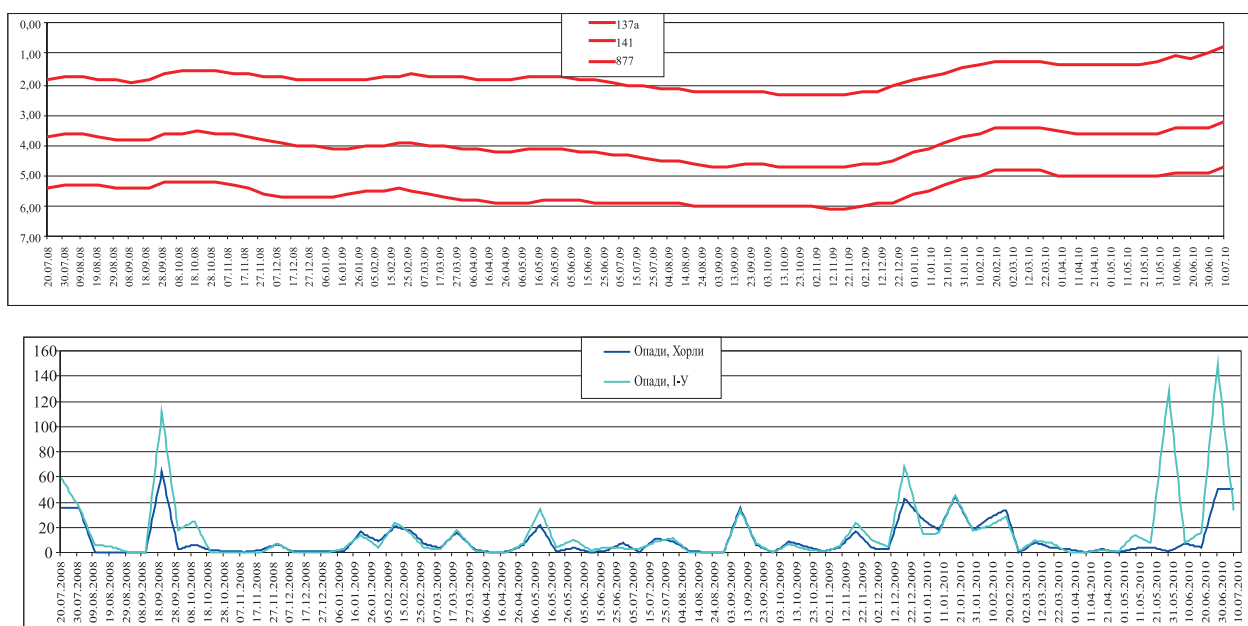


Рис. 2. Характерний зв'язок рівнів води в свердловинах № 877, 141, 137а з атмосферними опадами, за даними метеостанції Хорли та метеослужби Каланчацького УВГ (2008–2010 рр.)

водоносного горизонту. Цей вплив проявляється як в багаторічному, так і річному розрізі проведених нами спостережень. Посилення даного впливу на підняття рівнів ґрунтових вод пов'язане з випаданням аномальної та нерівномірної кількості атмосферних опадів, що збільшує інфільтрацію. Суттєвий вплив ПКК в цих підсистемах не прослідковується.

Теоретичні і експериментальні дослідження в підсистемі II показали, що значний вплив на підтоплення території має підпір ставками та фільтрація з рисових систем. Підйом води в річці Каланчак при облаштуванні в її гирлі ставків сприяє підвищенню рівня ґрунтових вод вздовж річки та в гирлі внаслідок підйому рівня води в ставках. Крім того, ставки є джерелом фільтрації на пліоценовий горизонт, внаслідок чого в пліоценовому горизонті збільшується напір. Останнє означає збільшення напору пліоценового водоносного горизонту в районі смт Каланчак, особливо в його південно-західній околиці, що безпосередньо прилягає до території ставків.

У свердловинах 130 та 132 (рис.3) спостерігається зростання напору після подачі води на рисові чеки, в подальшому фактично напір залишається постійно високим і спричиняє підтоплення земель. Це пов'язано як з високим рівнем абсолютної відмітки рисових чеків і пояснюється впливом фільтрації води в пліоценовий горизонт з рисових систем, які затоплюються відразу після пуску ПКК.

Аналіз результатів. Проведені нами дослідження в територіальній підсистемі III показали значний вплив на підтоплення ділянки ПКК, де починається Чаплинський магістральний канал. Відсутність облицювання та велике дзеркало вільної поверхні води на оз.Щуче сприяють безповоротній втраті на фільтрацію та випаровування зрошувальної води. Про це свідчать експериментальні дослідження в свердловинах 142, 142' (рис. 4) та моделювання впливу ПКК на підтоплення смт. Каланчак (рис. 5). Це підтверджує необхідність як реконструкції ПКК, так і вдосконалення структури систем захисту на основі створення систем комбінованого дренажу.

Системний аналіз території дозволив запропонувати управлінські дії та заходи з раціонального водокористування та вдосконалення водовідведення зі зрошуваної території.

Для еколого-меліоративної оцінки стану та просторово-часового прогнозування підтоплення території запропонована персептронна модель [8], що дозволяє оцінювати РГВ в окремих свердловинах та будувати карти РГВ. Прогноз за логіко-лінгвістичними змінними дає можливість прогнозувати якісний стан території в окремих точках, за групами точок, в цілому по території і використовувати результати прогнозування для системного управління з метою запобігання шкідливій дії вод [5].

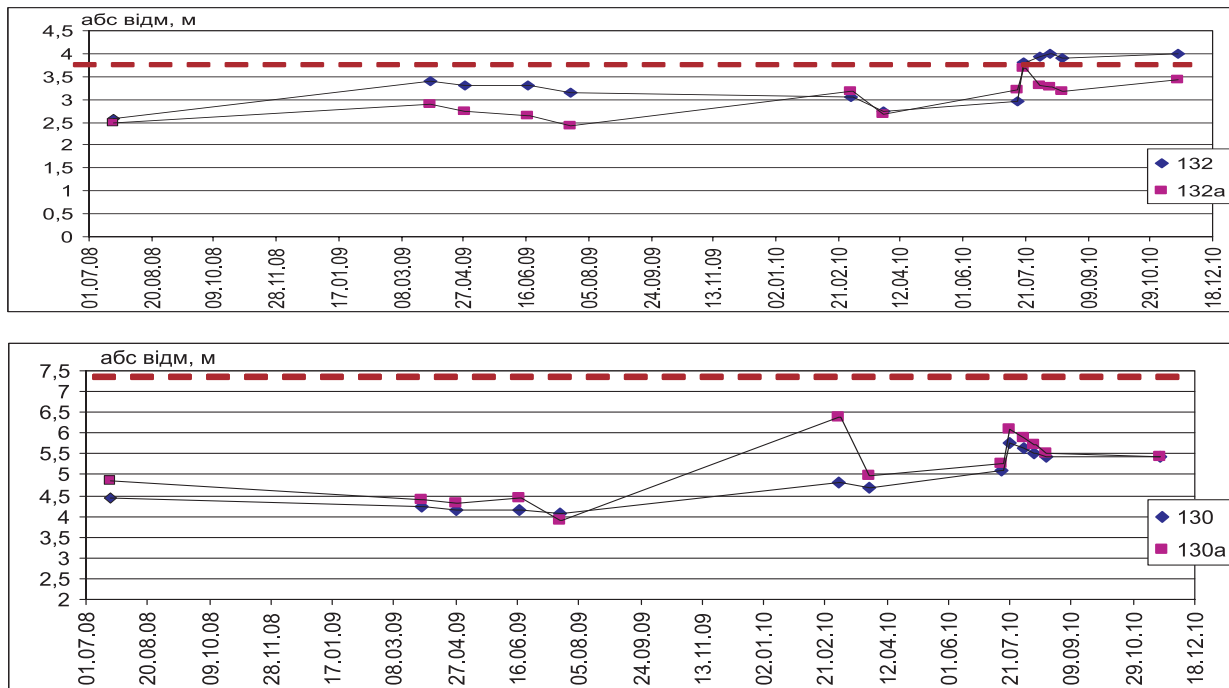


Рис 3. Рівні ґрунтових вод (з індексом а) та напори в пліоценовому водоносному горизонті

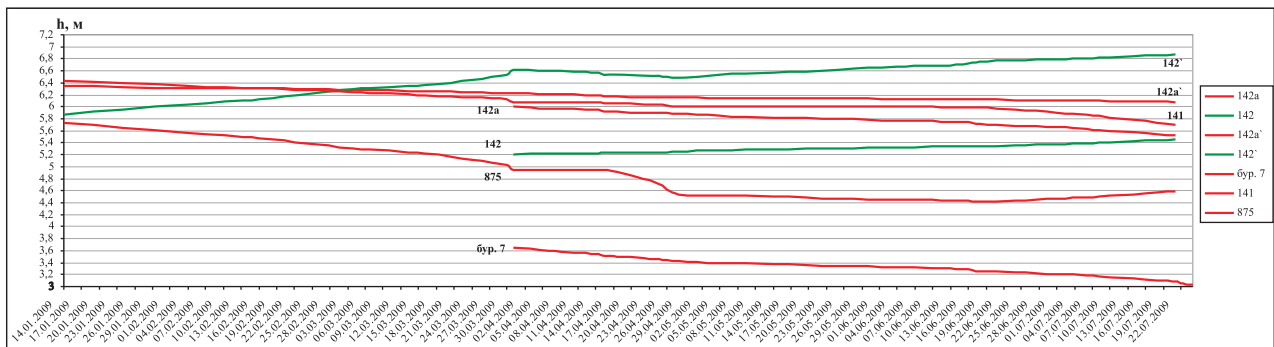


Рис. 4. Глибина в абсолютних відмітках рівнів ґрунтових вод в четвертинному горизонті (141, 142а, 142а', 875, бурова № 7) та величини напорів в пліоценовому горизонті (142, 142')

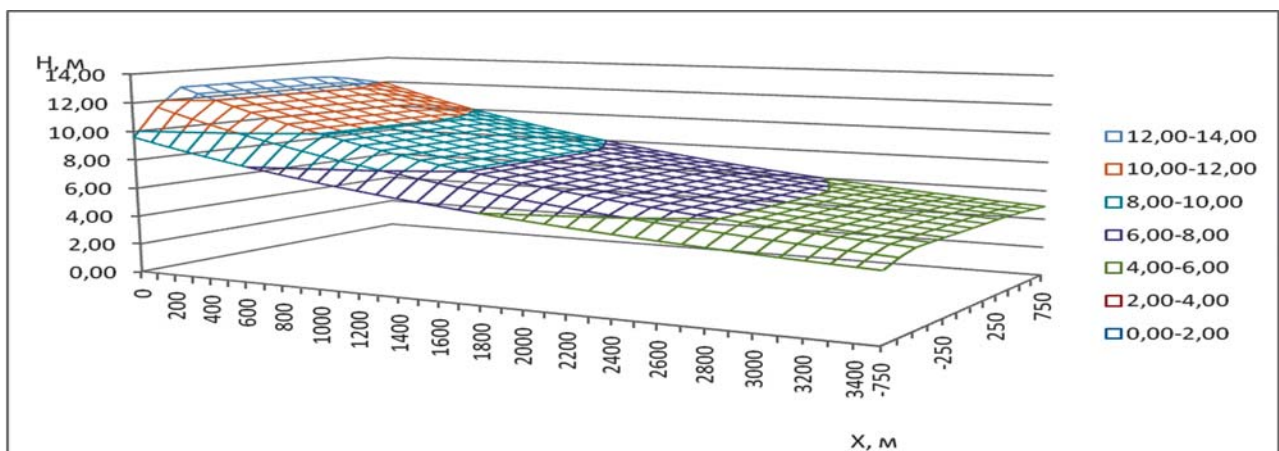


Рис. 5. Графік розподілу напорів на заданій області (сmt. Каланчак)

В умовах розвитку зрошуваних територій важливу роль має управління послідовністю дій, заходів, які направлені на досягнення максимального екологічного та економічного ефектів в умовах вкладення інвестицій. Для цього формалізована економіко-екологічна модель, що реалізує двохкритеріальну задачу лінійного програмування за економічним і екологічним критеріями. В даній моделі запропоновано застосовувати питому економічну ефективність кожного заходу як відношення відвернутих економічних збитків до сумарних витрат на реалізацію заходу в межах дисконтованого терміну окупності інвестицій. Знаходять еколого-соціальну ціну кожного заходу та використовують певну згортку критеріїв, що дозволяє побудувати алгоритм розв'язування задачі за принципом пріоритетів зваженої економіко-екологічної ціни.

Висновки. Системне дослідження процесів формування водного режиму зрошуваних територій (на прикладі смт. Каланчак) показало існування двох груп факторів впливу – природних і антропогенних. Для реалізації системного управління водним режимом зрошуваної території складну природно-технічну систему представлено як сукупність певних характерних підсистем, що мають свої структурно-функціональні особливості. Виділення на території окремих територіальних підсистем дозволяє здійснити системно погоджену декомпозицію на ряд простіших задач. Для кожної територіальної підсистеми на різних рівнях ієрархії ставляться і розв'язуються задачі, що включають заходи технологічного, економічного, соціального розвитку території при забезпеченні екологічної сталості.

Література

1. Дупляк В.Д. Каховский орошаемый массив: дренаж и охрана природы / В.Д. Дупляк, Д.П. Савчук, В.Н. Лесничий, И.П. Куземка, Н.М. Матях, Ю.А. Шевченко. // Мелиорация и водное хозяйство, – К.: 1992. – № 9–12. – С. 31–35.
2. Ковальчук В.П. Наукові основи інформаційно-аналітичної системи прийняття рішень для захисту територій від підтоплення та затоплення / В.П.Ковальчук // International Conference “Problems of Decision Making Under Uncertainties (PDMU-2010)” October 4-8, Yalta, Ukraine, 2007. – С. 85–86.
3. Ковальчук В.П. Ієрархічна модель інтегрованого управління меліоративними системами в умовах невизначеності / В.П. Ковальчук // Меліорація і водне господарство. – 2007. – Вип. 95. – С. 202–214.
4. Ковальчук П.І. Інформаційно-аналітична система оцінки зміни стану та ефективності систем захисту від підтоплення та затоплення територій / П.І. Ковальчук, Т.О. Михальська, С.А. Шевчук, В.П. Ковальчук, Т.В. Матяш, О.С. Демчук // Водне господарство України. – 2009. – № 6. – С. 52–53.
5. Ковальчук П.І. Системна оцінка та прогнозування підтоплення території на основі перцептронних моделей / П.І. Ковальчук, С.А. Шевчук, В.П. Ковальчук // Індуктивне моделювання складних систем. – 2010. – Вип. 2. – С. 82–89.
6. Оценка гидрогеолого-мелиоративного состояния орошаемых земель / Муромцев Н.Н. и др. – К.: Урожай, 1991. – 120 с.
7. Ромащенко М. Стан та проблеми вертикального дренажу в Херсонській області / М. Ромащенко, Д. Савчук, А. Шевченко, В. Крученко // Водне господарство України. – 2007. – №5. – С.44–55.
8. Рябцев М.П. Схема районирования зоны устойчивого подтопления приморских территорий Херсонщины и Северного Присаярья / М.П. Рябцев // Меліорація і водне господарство. – 2007. – Вип. 95. – С. 167–176.

ВРАЖЕНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ ЕРОЗІЄЮ В БАСЕЙНІ Р. УДАЙ ТА ЗАХОДИ ІЗ ЗАПОБІГАННЯ ЇЇ РОЗВИТКУ

Дана оцінка розвитку ерозійних процесів у басейні р. Удай та охарактеризовано заходи застосовувані для попередження їх розвитку.

Ключові слова: ерозійні процеси, сільськогосподарські угіддя, протиерозійні заходи.

Дана оценка развития эрозионных процессов в бассейне р. Удай и характеристика мероприятий по предупреждению их развития.

Ключевые слова: эрозионные процессы, сельскохозяйственные угодья, противоэрозионные мероприятия.

The evaluation of erosion process in Uday-basin was given and the measures for its prevention were characterized.

Key words: erosion, farmland, antierosion actions.

Постановка проблеми. Однією з найбільших масштабних і гострих проблем для сільського господарства України є розвиток ерозії, до якої схильні 15 млн. га сільгоспугідь республіки. З них 12 млн. га уражені водною ерозією, втрата від якої сягає 25–35% [1]. У природному стані ґрунти володіють певною протиерозійною стійкістю, яка може порушуватися чи навіть зменшуватися в процесі господарського використання землі або штучно підтримуватися і посилюватися для запобігання або зупинення розвитку ерозійних процесів, наслідки яких незворотні.

Об'єкт досліджень. Територія басейну річки Удай охоплює південно-східну частину Чернігівської та північно-західну частину Полтавської областей. Вона відноситься до середніх за розмірами рік України, а її притоки – до малих, загальна їх кількість – 452, головних – 12. Площа об'єкту дослідження становить 7030 км². Довжина ріки 351 км. Річка є правою притокою Сули.

Басейн річки розташований повністю в межах Придніпровської низовини, в зоні Лісостепу. У геоморфологічному плані дана територія являє собою плоску рівнину, досить густо порізану долинами рік, балок та ярів [6, 7].

Переважно легкий гранулометричний склад ґрунтів та зливовий характер випадання опадів спричинює активний розвиток ерозії з винесенням значної кількості твердого стоку до річкової системи.

Предмет дослідження. Ерозія ґрунту – процес руйнування і переносу ґрунту й підстилаючих його порід водою та вітром. У залежності від природи еродуючих сил ерозію ґрунтів поділяють на водну та вітрову. За характером прояву водна ерозія поділяється на площинну (руйнується верхній гумусовий шар ґрунту) й лінійну (породи руйнуються в глибину) [3].

Процеси площинного змиву проявляються вже на схилах крутизною від 0,5°; із зростанням крутизни схилу ступінь змитості ґрунтів зростає. Інтенсивність змиву значною мірою залежить від антропогенних факторів – напрямку обробітку поверхні схилу, способу, агрофону та ін. На полях з посівом культур вздовж схилу зливовий змив ґрунту в 3–4 рази більший, ніж на полях з посівом упоперек схилу. При розорюванні земель з оборотом пласту змив ґрунту на 22–25% більше, ніж при обробці плоскорізом.

Утворення русла дощовими і талими водами приводить до зростання швидкості потоку і, отже, до збільшення його розмиваючої й транспортуючої здатності. Тимчасові потоки мають хвильовий характер паводку, переносять матеріал, підготовлений для цього іншими процесами. Площа діючих на Україні ярів збільшується щорічно на 1–1,5%, а площа яку охоплює вплив яру приблизно в 3–3,5 рази більше за сам яр [4].

Дія вітру на ґрунт полягає в пересортуванні його механічних частинок. Внаслідок дефляції виносяться дрібні ерозійні фракції, а великі залишаються, роблячи поверхню таких ґрунтів більш брилистою. Поступово руйнується весь орний шар, видуються тонкі, найбільш родючі частинки, змінюються водно-фізичні властивості, утворюється вітровий елювій з крупного піску, щебеню, гальки.

Вітрові наноси в районі дефляції легких за механічним складом ґрунтів погіршують властивості верхнього горизонту похованих під ними ґрунтів, роблячи їх малопридатними для цілого ряду сільськогосподарських культур [2].

Методика проведення даного дослідження полягає у вивченні відповідних літературних і фондівих джерел, даних стосовно геологічного, геоморфологічного, гідрологічного й фізико-географічного характеру території, що вивчається, особливостей розвитку зазначених процесів у поєднанні з натурними обстеженнями території лівобережної частини Північного Лісостепу.

За результатами обробки отриманої інформації були зроблені висновки щодо перебігу водно-ерозійних та дефляційних явищ й відповідності вжитих природоохоронних заходів у басейні р. Удай.

Результати дослідження. Рівнинний характер поверхні правобережної частини басейну р. Удай, розташованої переважно в межах надзаплавної тераси Дніпра (четвертої), котра являє собою плоску рівнину, обумовив майже цілковиту відсутність водної ерозії в даному районі. Головну небезпеку тут становить розвиток еолово-дефляційних процесів. Розвиток флювіальних явищ спостерігається на лівобережжі басейну, розташованого на Полтавському лесовому плато, що характеризується хвилястим яружно-балковим рельєфом і глибоким базисом ерозії (50–60 м).

Факторами, що сприяють інтенсивному протіканню ерозійних процесів у басейні р. Удай є:

- 1) низька протиерозійна стійкість самих ґрунтів: більшість з них мають слабку стійкість (приблизно 62,5 % площі);
- 2) висока освоєність території – розораність басейнів головних приток р. Удай доходить до 75–87 %, що на 5,2–17,2 % вище загальнодержавного значення (лише для двох з них цей показник становить 55,4–43,9 %);
- 3) низька залісненість басейну – 6 %;
- 4) наявність численних активних локальних соляно-купольних морфоструктур ДДЗ, ріст яких спричинює пониження місцевих базисів ерозії;
- 5) експлуатація нафтогазоносних родовищ та інших корисних копалин;
- 6) наявність великої кількості меліоративних систем (25 осушувальних, 6 зрошувальних), ставків та водосховищ з штучно створеним водним режимом;
- 7) нераціональне ведення сільського господарства, що полягає в нехтуванні елементарними ґрунтозахисними сівозмінами, спрощенні самих сівозмін, появою тенденції до монокультуризації, оранці вздовж схилів і т.і.

Водній ерозії в межах об'єкту дослідження найбільше піддаються орні землі, суходільні випаси і сади, розташовані на схилових землях (табл. 1). Значного руйнування зазнають також ґрунтові дороги.

Таблиця 1

Поширення водної ерозії в басейні ріки Удай (в тис. га)

Назва с/г угідь	Площа угідь, тис. га	З них вражені ерозією		Розподіл ерозійних земель по ступеню змитості		
		тис. га	%	слабко-змиті	середньо-змиті	сильно-змиті
Рілля	352,5	44,6	12,65	37,1	6,3	1,1
Багаторічні насадження	7,1	0,6	8,45	0,4	0,2	–
Сінокоси	32,4	1,8	5,5	0,5	1,2	0,1
Пасовища	23,0	5,5	23,9	1,6	2,7	1,2
Всього	415,0	52,4	12,62	39,6	10,4	2,4

Рілля. Як правило, слабкозмиті ґрунти приурочені до пологих схилів, середньозмиті – до пологих та покатих і сильнозмиті – до крутих схилів. Розвитку ерозії в значній мірі сприяє усталена структура посівних площ з великою питомою вагою просапних культур (цукровий буряк, кукурудза, картопля), система обробітки ґрунту і т.д. Оранка земель, посів і розпушення в міжряддях у більшості випадках здійснюється вздовж схилів. Так, наприклад, в Лубенському районі Полтавської області на полі, засіяному кукурудзою при ухилі в 5–6°, змив ґрунту досяг 340 м³ з га. При цьому в міжряддях утворилися промоїни глибиною 8–12 см і шириною до 25 см. Ґрунтозахисні сівозміни майже повністю відсутні. Нерідко на схилових землях трапляються ранні пари.

Необхідно відмітити, що оскільки орні землі займають великі території водозбору і є найбільш вразливими для руйнівної дії зливових і талих вод, вони представляють найбільш небезпечну арену для розвитку ерозійних процесів.

Схилові пасовища. В умовах басейну значна площа пасовищ розміщена на покатих й крутих схилах балок і річкових долин. У результаті безсистемного випасу худоби та під впливом талих і зливових вод, схилові випаси піддаються посиленій ерозії. У своїй більшості вони розсічені глибокими ярами і покриті густою сіткою промоїн. Гумусовий горизонт на них змитий, рослинність, яка з'являється худобою, виродилася, а на її місці з'явився малоприсадатний для корму травостій (чебрець, безсмертник, полин, молочай та інші бур'янові рослини).

Продуктивність таких випасів дуже низька. Більшість з них через розвиток ерозії втратили своє кормове значення і є джерелом яроутворення. З метою раціонального використання земель, призупинення ерозії ґрунту, а також охорони водних ресурсів і заплавних земель від замулення твердим стоком необхідно:

1. Випаси на сильнозмитих ґрунтах, вкриті густо ярами, які немає можливості використовувати під сільгоспугіддя – заліснити.
2. Частину площі випасів використати для створення садів на терасах.
3. На решті провести залуження з використанням під сінокоси і культурні пасовища.

Сади на схилах. У багатьох випадках у садах, розташованих на схилових землях, ґрунти в значній мірі змиті. Для зменшення водної ерозії тут необхідне застосування комплексу заходів, спрямованих на затримання поверхневого стоку (лункування, посів ґрунтозахисних культур та ін.).

Яри і сильноеродовані балки являють собою гідрографічну сітку, в котру збирається поверхневий стік всього басейну і направляється у заплаву р. Удай та її приток. Береги таких балок, в основному, круті й густо вкриті діючими ярами, глибина деяких сягає 20–25 м. Однак частіше за все вона не перевищує 10–12 м. Площі їх водозбору в більшості своїй становлять 1,5–3 га, іноді – 15–20 га. Зважаючи на те, що товща четвертинних відкладів представлена лесом, руйнування ґрунтів і приріст яружної мережі сягає місцями за рік 20 м; щорічно до гідрографічної сітки виноситься з водозбору біля 3 млн. тонн ґрунту [5].

Широко розповсюдженим явищем є вітрова ерозія. Особливо гостро це питання постає на осушуваних землях з ґрунтами легкого механічного складу. Зниження рівня ґрунтових вод і зведення природної рослинності, котра прикриває ґрунт, відкриває широкий шлях вітрам, викликає порушення динамічної рівноваги між вітром і ґрунтом. Більша частина ґрунтового покриву заплави після осушення і розорювання стає нестійкою по відношенню до дефляції (рис. 1).

Аналіз результатів дослідження. З метою захисту сільськогосподарських угідь ще в 70–80-х роках ХХ ст. в басейні р. Удай було здійснено систему протиерозійних заходів: обвалування ярів, влаштування швидкотоків, загат, заліснення ярів та сильноеродованих балок, створення мулофільтрів.

Слід зазначити, що мова йде про боротьбу з так званою прискороною або антропогенною ерозією. Як геологічний процес ерозія є одним з постійно діючих факторів екзогенного рельєфоутворення, зупинити який неможливо. Але в своєму природному стані вона не є небезпечним процесом і не перешкоджає ґрунтоутворенню.

Обвалування ярів. Водозатримуючі вали призначені затримувати поверхневий стік з метою припинення яружної ерозії – росту вершин діючих ярів. Розрахунок і розташування валів здійснювався з необхідності затримання обсягу стоку 10% забезпеченості. Діючих ярів в басейні р. Удай нараховується 458.

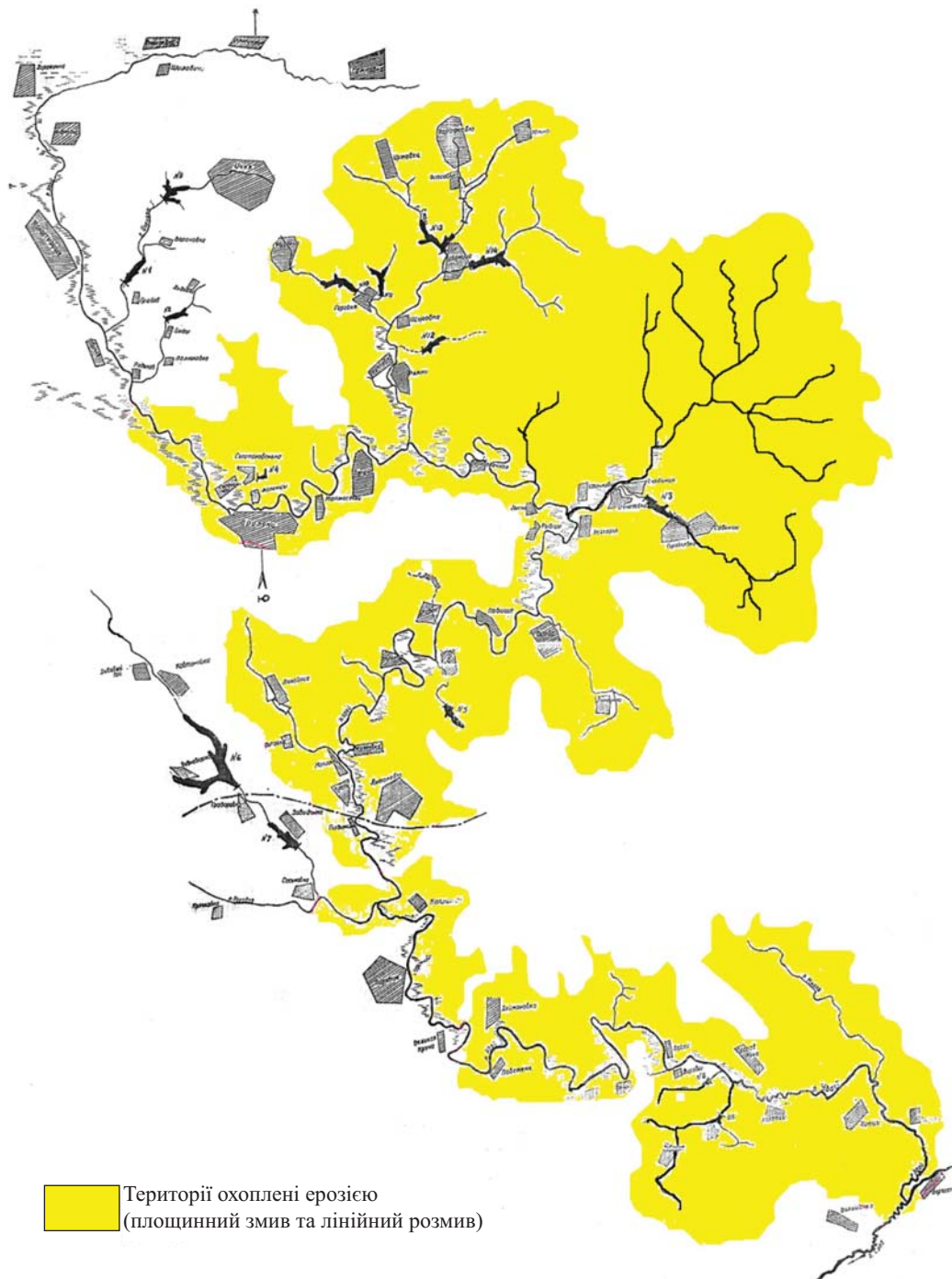


Рис. 1. Розвиток ерозійних процесів в басейні р. Удай

Вершинні споруди або швидкотоки проектується в місцях, що вимагають негайного зупинення росту діючих ярів, де водозбірна площа за своїм характером не дозволяє розмістити систему звичайних заходів по регулюванню стоку. Конструкційні розміри водозбірних вершинних споруд (лотки, перепади) прийняті в залежності від секундних витрат і висоти падіння зливових опадів 10% забезпеченості з прияружної площі. Швидкотоків налічується 19 штук.

Загати будуються для осадження продуктів твердого стоку, котрий надходить з водозбору в яри та балки через швидкотоки, а також для запобігання розмивання їх русла. Даних споруд збудовано 38 штук приблизно по 3 на яр.

Заліснення ярів, сильноеродованих балок, створення мулофільтрів є, за даних умов, найбільш ефективним способом боротьби з розвитком яружної ерозії. Заліснення крутих схилів повністю припиняє розвиток ерозійних процесів, тому що під лісом поверхневий стік практично повністю перетворюється у внутрішньогрунтовий, який не викликає ерозії ґрунту. З метою затримання мулистих наносів, що рухаються по дну балок під час паводків, створюються мулофільтри – насадження з лози, верби і тополі.

Більший ефект дає поєднання порід різних видів дерев, враховуючи біологічні особливості кожного виду. В умовах басейну р. Удай було напрацьовано кілька ефективних схем запобігання розвитку ерозії на схилах різної експозиції та еродованості. Для заліснення схилів південної експозиції, на сильнозмитих низької родючості ґрунтах застосовуються деревно-чагарникові насадження з акації білої та жимолості, бузини червоної. На тінювих схилах, сильнозмитих ґрунтових різновидах висаджується береза бородавчаста і ліщина. На середньо- і слабозмитих ґрунтових різновидах головною породою є дуб черешчатий. Супутні породи – клен гостролистий або липа дрібнолиста. З чагарників краще за все висаджувати ліщину.

У боротьбі з вітровою ерозією ґрунту потужним засобом є полезахисні лісові смуги і насадження вздовж каналів. Як правило, лісосмуги, насадженні з метою попередження розвитку водної ерозії, здатні виконувати також протидефляційну функцію, тобто використовуються комплексно, що ще більше посилює їх захисний ефект.

Висновки. Аналізуючи перебіг екзогенних процесів рельєфоутворення на сільгоспугіддях в басейні річки Удай, можна зробити певні висновки:

1. Обсяг протиерозійних заходів відповідає ерозійній обстановці на території дослідження. Вони дають позитивний ефект, сприяють зниженню інтенсивності розвитку ерозійних процесів, в значній мірі покращують і стабілізують ландшафт місцевості, мінімізують надходження твердого стоку в ріки.

2. Вітрова ерозія на даний час не становить помітної загрози. Території, охоплені нею, значно скоротилися. Головними причинами є застосовані свого часу відповідні природоохоронні заходи та скорочення використовуваних площ сільськогосподарських угідь.

3. Головну небезпеку в басейні р. Удай становлять водно-ерозійні процеси. Їх активність останнім часом зросла. Основними причинами цього є технічний стан протиерозійних споруд, що потребують ремонту, нехтування ґрунтозахисними технологіями у виробництві, відсутність контролю за розвитком ерозії та припинення застосування природоохоронних заходів, розпаювання земель на тлі загальнодержавних проблем у сільському господарстві.

Загалом же процеси екзогенезу на антропогенно навантажених і техногенно порушених територіях вивчені недостатньо. Вони характеризуються складністю за динамікою, видами, масштабами і наслідками проявів, а також неоднозначністю для різних об'єктів. Вивчення цих процесів вимагає спеціальних досліджень і наукового аналізу для збагачення бази знань, а також обґрунтування комплексу технічних заходів та організаційних рішень.

Захист ґрунтового покриву в басейні р. Удай, як і в цілому в Україні є важливою проблемою державного рівня та потребує комплексного підходу у своєму вирішенні.

Література

1. Ґрунти України: властивості, генезис, менеджмент родючості. Навчальний посібник. За ред. В.І. Купчика. – К.: Кондор, 2010. – 414 с.
2. Долгілевич М.Й. Захист ґрунтів від вітрової ерозії на Україні / М.Й. Долгілевич. – Л.: Видавництво Львівського університету, 1967. – 120 с.
3. Мелиорация: энциклопедический справочник / [Редкол.: И.П. Шамякин (гл. ред.) и др.; Под. общ. ред. А.И. Мурашко]. – М.: Белорус. Сов. Энцикл., 1984. – 567 с.
4. Осипчук С.А. Инженерно-геологическая характеристика эрозионных процессов Приднепровской возвышенности / С.А. Осипчук. – АН Украины. Институт геологических наук. – К., 1993. – 136 с.
5. Регулювання р. Удай та осушення її заплавної земель на території Полтавської і Чернігівської областей. – Технічний проєкт. – Київ, 1971. – Т.VIII. – 149 с.

6 Слюта В.Б. Оцінка трансформації умов підтоплення і затоплення меліорованих геосистем Північного Лісостепу на прикладі басейну р. Удай/ В.Б. Слюта // Меліорація і водне господарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Випуск 97. – Київ, 2009. – С. 148-158.

7. Слюта В.Б. Особливості розвитку ерозійних процесів залежно від рельєфу і сільськогосподарської освоєності водозборів та основні лісомеліоративні заходи боротьби з ними / В.Б. Слюта // Меліорація і водне господарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Випуск 98. – Київ, 2010. – С.218-229.

УДК 502/504

*Скиба Е.Е., Семчук Я.М.
Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

ОЦІНКА ЯКОСТІ ҐРУНТОВИХ ВОД КАЧАНІВСЬКОГО НАФТОВОГО РОДОВИЩА

Досліджено якість підземних вод Качанівського родовища за допомогою розрахунку комплексного індексу забрудненості води. Побудована карта Качанівського родовища за класами забрудненості. Наведені рекомендації щодо покращення ситуації в оцінці якості підземних вод.

Ключові слова: якість води, індекс забрудненості води, класи якості води.

Исследовано качество подземных вод Качановского месторождения с помощью расчета комплексного индекса загрязнения воды. Построена карта Качановского месторождения по классам загрязненности. Даны рекомендации по улучшению ситуации в оценке качества подземных вод.

Ключевые слова: качество воды, индекс загрязненности воды, классы качества воды.

Investigated the quality of groundwater Kachaniv field by calculating the complex index of water pollution. A map Kachaniv field by grade of contamination was building. The brought recommendations over in relation to the improvement of situation in the estimation of quality of groundwaters.

Key words: water quality, the index of water pollution, water quality classes.

Актуальність теми. Антропогенне навантаження на навколишнє природне середовище постійно зростає. Сьогодні перед людством постала необхідність ліквідації протиріччя між зростаючим споживанням природних ресурсів та погіршенням їх якості. Невід'ємною частиною даної проблеми є використання та охорона водних ресурсів.

Висвітлення проблеми забезпечення населення якісною для здоров'я людини питною водою, необхідною складовою чого є підземні та ґрунтові води, присвячено чимало праць.

Але виникають особливі труднощі при комплексних оцінках якості вод в умовах багатоцільового використання водного об'єкта. Питання комплексної оцінки якості води висвітлювалось багатьма вченими, такими як Д.В. Закревський, В.С. Жукинський, В.І. Пелешенко, С.І. Сніжко, А.В. Яцик, Дж. Браун, Т. Харкінс та інші [1, 4, 5].

У районах розробки нафтових родовищ проблема забруднення підземних вод є дуже актуальною і потребує досліджень, оскільки супроводжується різноманітним впливом на зміну якості поверхневих та підземних вод. Запобігання можливому негативному впливові на природні води при експлуатації нафтових родовищ є однією із найважливіших і найактуальніших проблем сьогодення. Однією з основних причин погіршення якості підземних вод і їх забруднення, можуть бути зміни природ-

6 Слюта В.Б. Оцінка трансформації умов підтоплення і затоплення меліорованих геосистем Північного Лісостепу на прикладі басейну р. Удай/ В.Б. Слюта // Меліорація і водне господарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Випуск 97. – Київ, 2009. – С. 148-158.

7. Слюта В.Б. Особливості розвитку ерозійних процесів залежно від рельєфу і сільськогосподарської освоєності водозборів та основні лісомеліоративні заходи боротьби з ними / В.Б. Слюта // Меліорація і водне господарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Випуск 98. – Київ, 2010. – С.218-229.

УДК 502/504

*Скиба Е.Е., Семчук Я.М.
Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

ОЦІНКА ЯКОСТІ ҐРУНТОВИХ ВОД КАЧАНІВСЬКОГО НАФТОВОГО РОДОВИЩА

Досліджено якість підземних вод Качанівського родовища за допомогою розрахунку комплексного індексу забрудненості води. Побудована карта Качанівського родовища за класами забрудненості. Наведені рекомендації щодо покращення ситуації в оцінці якості підземних вод.

Ключові слова: якість води, індекс забрудненості води, класи якості води.

Исследовано качество подземных вод Качановского месторождения с помощью расчета комплексного индекса загрязнения воды. Построена карта Качановского месторождения по классам загрязненности. Даны рекомендации по улучшению ситуации в оценке качества подземных вод.

Ключевые слова: качество воды, индекс загрязненности воды, классы качества воды.

Investigated the quality of groundwater Kachaniv field by calculating the complex index of water pollution. A map Kachaniv field by grade of contamination was building. The brought recommendations over in relation to the improvement of situation in the estimation of quality of groundwaters.

Key words: water quality, the index of water pollution, water quality classes.

Актуальність теми. Антропогенне навантаження на навколишнє природне середовище постійно зростає. Сьогодні перед людством постала необхідність ліквідації протиріччя між зростаючим споживанням природних ресурсів та погіршенням їх якості. Невід'ємною частиною даної проблеми є використання та охорона водних ресурсів.

Висвітлення проблеми забезпечення населення якісною для здоров'я людини питною водою, необхідною складовою чого є підземні та ґрунтові води, присвячено чимало праць.

Але виникають особливі труднощі при комплексних оцінках якості вод в умовах багатоцільового використання водного об'єкта. Питання комплексної оцінки якості води висвітлювалось багатьма вченими, такими як Д.В. Закревський, В.С. Жукинський, В.І. Пелешенко, С.І. Сніжко, А.В. Яцик, Дж. Браун, Т. Харкінс та інші [1, 4, 5].

У районах розробки нафтових родовищ проблема забруднення підземних вод є дуже актуальною і потребує досліджень, оскільки супроводжується різноманітним впливом на зміну якості поверхневих та підземних вод. Запобігання можливому негативному впливові на природні води при експлуатації нафтових родовищ є однією із найважливіших і найактуальніших проблем сьогодення. Однією з основних причин погіршення якості підземних вод і їх забруднення, можуть бути зміни природ-

них гідродинамічних властивостей водоносного горизонту, що несе за собою зміни його гіdroхімічних властивостей [2].

Методика та результати досліджень. Переважна більшість спостережних свердловин, які розташовані в Північно-Східному регіоні України (їх налічується понад 500 шт.), є джерелом бактеріального і хімічного забруднення пластовими водами і нафтовими відходами. У багатьох свердловинах органами Державної санітарно-епідеміологічної станції в ґрунтових водах виявлено перевищення норм вмісту хлоридів, сульфатів, заліза в декілька разів [3].

У загальному, стан водних об'єктів регіону описано в щорічних Регіональних доповідях про стан навколишнього природного середовища в Сумській області [3], за якими можна визначити динаміку якості питної води, що використовується населенням із джерел децентралізованого водопостачання. Встановлено, що вона не відповідає вимогам санітарних норм за хімічними показниками. Вихідні дані представлені в табл. 1 та на рис. 1 (приклад для однієї із спостережних свердловин регіону).

Таблиця 1

Вихідні дані вмісту хімічних показників

Місце відбору проби	Рік відбору проби	pH	Хлориди	Сульфати	Нітрати	Залізо загальне	Нафтопродукти, мг/дм ³	Сухий залишок, мг/дм ³
	ГДК, мг/дм ³		250	250	45	0,2	0,1	1000
Спостережна свердловина 01	1997	6,8	2660	31	0,5	0,1	0,2	4920
	2001	7,1	1890	14	5,3	1,125	0,175	3262,5
	2004	8,5	1095	12,4	0,1	0,01	0,01	2480
	2005	6,74	781	32,9	23,75	0,01	0,01	1850
	2006	7,13	905,5	37,05	9,45	0,0125	0,01	2150
	2007	6,7	759,075	34,975	0,0425	1,4475	0,01	1597,5
	2008	7,1	727,05	18,74	3,215	1,183333	0,01	1655,25
	2009	6,91	674,7	58,125	0,01	28,675	0,01	1664
	2010	6,91	750,4	39,7	0,01	46,15	0,027	2345,7

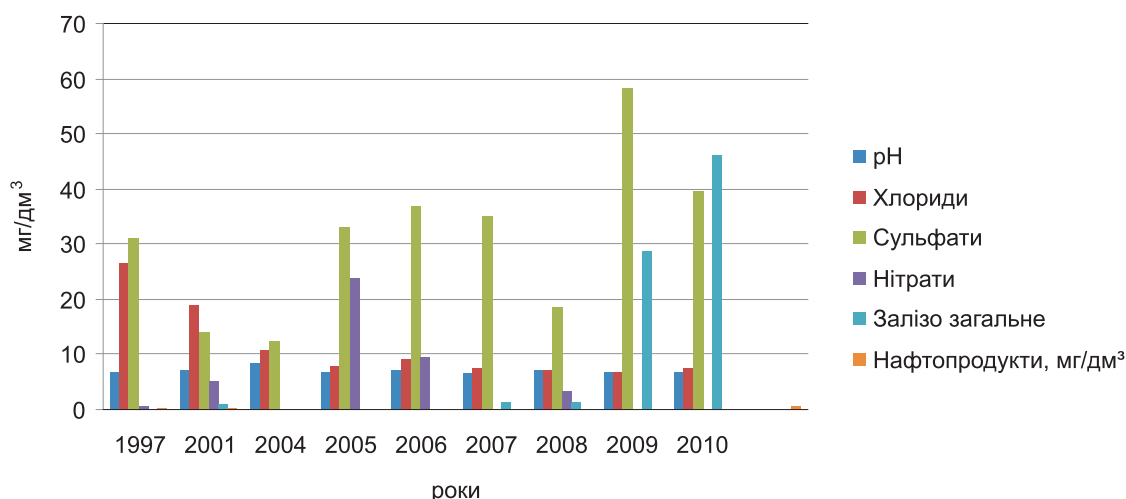


Рис. 1 Динаміка зміни хімічного складу ґрунтових вод за 1997–2010 рр. (спостережна свердловина 01)

Як бачимо з даних табл. 1, за останні роки вміст сульфатів і загального заліза збільшується, а хлоридів поступово зменшувалась, окрім 2009 р., передусім це стосується ґрунтових вод, на які найбільше впливає промислова діяльність.

Відмітимо, що лише динаміка зміни якості ґрунтових води в спостережних свердловинах у Північно-Східному регіоні за хімічними показниками, не дає чіткої картини їх загальної забрудненості, а тому необхідно провести оцінку якості води, що базується на системі контрольних показників, з якими порівнюється якість досліджуваної води. Контрольна база повинна якомога повніше описувати природний стан водного об'єкта та основні вимоги до якості води при різних видах її використання. Найчастіше для цього використовуються критерії якості води, рідше проводяться конкретні гідрохімічні дослідження району для створення відповідної контрольної бази. Найчастіше оцінка та класифікація якості води базується на окремих критеріях, що є показниками найвідчутніших процесів забруднення води.

Індекс якості води – це узагальнена чисельна оцінка за сукупністю основних показників і видами водокористування. Індеси – це формалізовані показники забрудненості води, що узагальнюють більш широкі групи натуральних показників, враховують різні сторони водного об'єкта. Такі види комплексних оцінок забезпечують більш різносторонню й адекватну оцінку якості води. До них належать індекс якості води, комбінаторний індекс забрудненості води та ін. [5].

До категорії найбільш часто використовуваних методик для оцінки якості води водних об'єктів можна віднести гідрохімічний індекс забрудненості води. Ця методика є однією з найпростіших методик комплексної оцінки якості води та дозволяє в короткий термін проводити оцінку якості поверхневих водоймищ. Методика оцінки якості води за індексом забрудненості води (ІЗВ) була рекомендована для використання підрозділам Держкомгідромету. Гідрохімічний індекс забрудненості води є комплексним показником якості води. Сутність цієї методики полягає в розрахунку індексу забруднення води за гідрохімічними показниками, а потім за величинами розрахованих ІЗВ воду, яку досліджують, відносять до відповідного класу якості [3].

ІЗВ розраховуємо за формулою (1):

$$\text{ІЗВ} = (1/n) \sum (C_i / \text{ГДК}_i), \quad (1)$$

де n – кількість показників; C_i – середнє арифметичне значення показника якості води; ГДК_i – гранично допустима концентрація.

За величинами розрахованих ІЗВ проводиться оцінка якості підземних вод з спостережних свердловин. При цьому виділяються такі класи якості води:

- I – умовно чиста ($\text{ІЗВ} \leq 3$);
- II – помірно забруднена ($3 < \text{ІЗВ} < 25$);
- III – забруднена ($25 < \text{ІЗВ} < 40$);
- IV – дуже брудна ($40 < \text{ІЗВ} < 60$);
- V – надзвичайно брудна ($\text{ІЗВ} > 60$).

До першого класу відносяться води, на які найменше впливає антропогенне навантаження. Величини їх гідрохімічних і гідробіологічних показників близькі до природних значень для даного регіону, але характерні певні зміни, порівняно з природними, однак ці зміни не порушують екологічної рівноваги. До другого класу відносяться води, що знаходяться під значним антропогенним впливом, рівень якого близький до межі стійкості екосистем. Води III-V класів – це води з порушеними екологічними параметрами, їх екологічний стан оцінюється як екологічний регрес [5].

У наших дослідженнях були розраховані ІЗВ для спостережних свердловин Качанівського родовища за 2010 рік та одержані дані, представлені у вигляді таблиці 2. Згідно з проведеними розрахунками, можна визначити, що якість води в спостережних свердловинах Качанівського родовища за 2010 рік варто віднести до класу «помірно забруднені» (рис. 1). До першого класу (умовно чисті води) відносяться 01, 07, 08, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 27, 30 свердловини, до другого (помірно забруднена) – 02, 05, 06, 09, 11, 12, 13, 14, 16, 22, 28, 29 свердловини, і до четвертого класу (надзвичайно брудна) – 04 свердловина. У цілому аналогічна тенденція спостерігається й по інших видах забруднювачів води.

Для більш точного уявлення про стан якості питної води в свердловинах Качанівського родовища було б необхідно провести вищезгадані розрахунки для інших забруднювачів води (наприклад, сульфатний залишок, мінералізація) по роках і розробити карти якості води території району. Створення таких комплексних геоінформаційних систем із банком кадастрової інформації про водний фонд, водні ресурси та засоби їх використання й регулювання, територіально-галузеву структуру водогосподарсько-

Таблиця 2

Оцінка якості води в спостережних свердловинах Качанівського родовища за комплексним індексом забруднення у 2010 році

Місце відбору проби	pH	Хлориди	Сульфати	Нітрати	Залізо загальне	Нафто- продукти, мг/дм ³	Сума С/ГДК	ІЗВ	Клас води
ГДК, мг/дм³	7	250	250	45	0,2	0,1			
Спостережна свердловина 01	6,906667	750,4	39,66667	0	46,15	0,026667	11,40352	2,280705	I - умовно чиста
Спостережна свердловина 02	6,2975	746,15	10,25	0	48,825	0,02	30,84095	6,168189	II - помірно забруднена
Спостережна свердловина 04	7,323333	125,2667	30,33333	0,1	6,766667	0,026667	464,9729	77,49548	IV - надзвичайно брудна
Спостережна свердловина 05	6,313333	2080	15,36667	0	39,63333	0,026667	21,25298	4,250597	II - помірно забруднена
Спостережна свердловина 06	7,26	78	135,4	0	0,025	0,02	19,0157	3,803139	II - помірно забруднена
Спостережна свердловина 07	7,805	69,125	85,55	0	0,06	0,04	13,2691	2,65382	I - умовно чиста
Спостережна свердловина 08	7,563333	40,73333	49	0	17,83333	0,04	14,67625	2,935251	I - умовно чиста
Спостережна свердловина 09	7,203333	44,7	25,66667	0	5,683333	0,04	18,84006	3,768013	II - помірно забруднена
Спостережна свердловина 11	7,3825	27,975	50	0	0,05	0,04	21,38474	4,276948	II - помірно забруднена
Спостережна свердловина 12	5,993333	2329,733	20,33333	0	32,66667	0,04	16,07648	3,215295	II - помірно забруднена
Спостережна свердловина 13	8	42,5	3,7	20,5	16,17	0	76,53241	15,30648	II - помірно забруднена
Спостережна свердловина 14	6,595	8782,125	15,525	0	126,9	0,04	19,69451	3,938903	II - помірно забруднена
Спостережна свердловина 15	7,2725	1898,475	61	0	0,05	0,04	11,69258	2,338515	I - умовно чиста
Спостережна свердловина 16	6,035	4848,15	17,5	0	147,525	0,04	17,99854	3,599707	II - помірно забруднена
Спостережна свердловина 17	6,9975	882,225	25	0	13,325	0,04	13,79874	2,759748	I - умовно чиста
Спостережна свердловина 18	7,3625	872,125	69	0	0,3875	0,04	7,876738	1,575348	I - умовно чиста
Спостережна свердловина 19	6,6175	35571,5	20,75	0	99,9	0,146667	13,79684	2,759368	I - умовно чиста
Спостережна свердловина 20	7,3625	886,3	74,25	0	0,16	0,04	8,349839	1,669968	I - умовно чиста
Спостережна свердловина 21	7,6125	221,575	45,5	0	0,23	0,04	10,9119	2,182379	I - умовно чиста
Спостережна свердловина 22	7,3	7444,5	25,5	1,47	0	0	41,40865	10,35216	II - помірно забруднена
Спостережна свердловина 23	7,19	61,16	169,05	0	0,05	0,04	13,04007	2,608013	I - умовно чиста
Спостережна свердловина 27	6,8625	34300,7	48,25	0	0,7875	0,04	8,96264	1,792528	I - умовно чиста
Спостережна свердловина 28	6,5825	65853,75	14,5	0	141,925	0,04	20,81001	4,162002	II - помірно забруднена
Спостережна свердловина 29	6,245	69214,5	9,5	0	371,275	0,04	29,94084	5,988167	II - помірно забруднена
Спостережна свердловина 30	6,7875	3626,25	29,95	0	56,625	0	9,451027	2,362757	I - умовно чиста

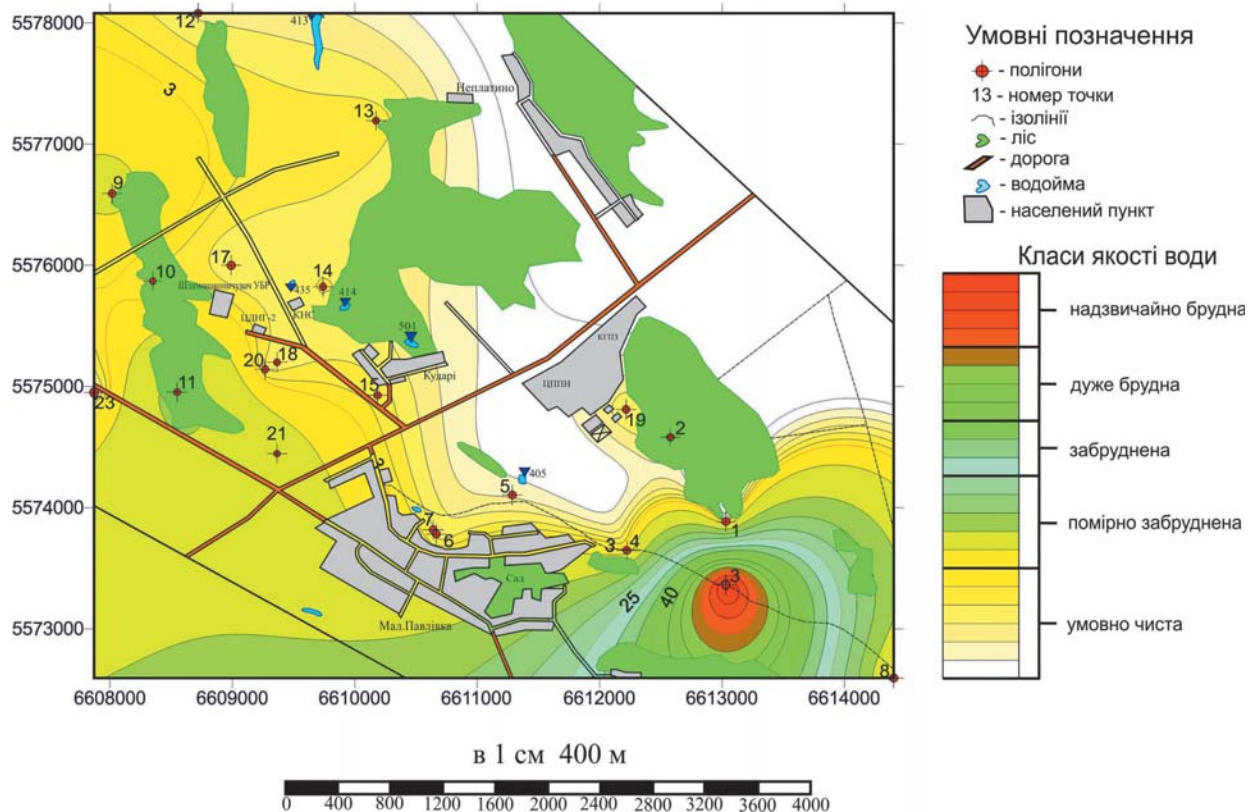


Рис. 1. Карта якості підземних вод Качанівського родовища за комплексним індексом забрудненості в 2010 році

го комплексу, якість підземних вод в джерелах свердловин значно поліпшилася б ситуацію в управлінні водними ресурсами, давши можливість своєчасної оцінки якості водних об'єктів, встановлення їх придатності для різних видів практичного використання та розробці способів поліпшення якості води в Північно-Східному регіоні та Україні в цілому.

Висновки. 1. Високий рівень забруднення підземних вод, недостатня ефективність технології водопідготовки та водопостачання, низький рівень забезпеченості води на душу населення призвели до низької якості питної води в Україні, що стало серйозною загрозою для здоров'я нації. Тому проблема якості питної води була й лишається вкрай актуальною та надзвичайно гострою.

2. На основі проведених нами досліджень встановлено, що ситуація з якісним станом води у свердловинах підземних вод за хімічними показниками впродовж останніх років залишається незадовільною й має нестійкий характер.

3. Згідно з проведеними розрахунками комплексного індексу забрудненості підземних вод проведено районування Качанівського родовища за класами якості води і встановлено, що основними причинами незадовільної якості підземних вод є господарська діяльність та гідрологічні й гідрохімічні характеристики водоносних горизонтів.

4. На подолання вказаних проблем у галузі оцінки якості підземних вод в джерелах свердловин Качанівського родовища нами запропоновано розвинути систему моніторингу підземних вод Північно-Східного регіону за запропонованими розрахунками, а також створити інформаційні центри з обробки та узагальнення інформації з підготовкою прогнозних розрахунків із метою підвищення ефективності управління водним господарством, охороною і захистом від шкідливого антропогенного впливу.

Література

1. Бочевєр Ф.М. Защита подземных вод от загрязнения / Ф.М.Бочевєр, Н.Н.Лапшин, А.Е. Орадовская. – М.: Недра, 1979. – 254 с.

2. Звіт Державної санітарно-епідеміологічної станції за 2010 рік. – 138 с.
3. Звіт Державного управління охорони навколишнього природного середовища в Сумській області. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Сумській області в 2010 році. – Суми: Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Сумській області, 2010. – 144 с.
4. Семчук Я.М. Прогнозування хімічного забруднення навколишнього середовища в районах розробки нафтових родовищ / Я.М. Семчук, Е.Е. Абдурагімова // Науковий вісник ІФНТУНГ. – 2010. – №2(24). – С. 148-153.
5. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод : підручник / С.І.Сніжко. – К.: Ніка-центр, 2001. – 264 с.

УДК (543.3+389):614.777

*Сінченко В.Г., Караван Ю.В., Тураш М.М.
ДП «Інститут екологієни і токсикології
ім. Л. І. Медведя» МОЗ України, м. Чернівці*

ПРО ПОКАЗНИКИ БЕЗПЕЧНОСТІ І ЯКОСТІ ВОДИ З КОЛОДЯЗІВ В ГІРСЬКОМУ РЕГІОНІ ТА КАНЬЙОНІ Р. ДНІСТЕР У ЧЕРНІВЕЦЬКІЙ ОБЛАСТІ В КОНТЕКСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ЇЇ РЕСУРСІВ РЕКРЕАЦІЇ

Визначені основні показники безпечності та якості води з колодязів, які розташовані в привабливих для рекреації місцях Чернівецької області. Показана придатність води до споживання в якості питної. В окремих випадках є необхідність попередньої обробки води для зменшення її жорсткості.

Ключові слова: Чернівецька область, вода з колодязів, показники безпеки і якості, моніторинг.

Определены основные показатели безопасности и качества воды с колодцев, которые расположены в привлекательных для рекреации местах Черновицкой области. Показана пригодность воды к потреблению в качестве питьевой. В отдельных случаях есть необходимость предварительной обработки воды для уменьшения её жесткости.

Ключевые слова: Черновицкая область, вода из колодцев, показатели безопасности и качества, мониторинг.

The main safety performance is the quality of water from wells that are located in attractive places for recreation in Chernivtsi region. Shows the suitability of water for consumption as drinking water. In some cases, there is the need to pretreatment to reduce stiffness.

Keywords: Chernivtsi region, water from wells, safety record and quality monitoring.

Актуальність. Екологічно безпечний та актуальний напрямок розвитку економіки Чернівецької області – розбудова інфраструктури для реалізації її рекреаційних можливостей [3]. Частиною цього є розробка маршрутів подорожей та облаштування пунктів активного відпочинку (ПАВ). Наявність джерела водозабезпечення є необхідною умовою для створення ПАВ. При розташуванні ПАВ слід враховувати відповідність показників якості та безпечності води показникам нормативних документів (НД) [1]. Прогнозна оцінка придатності місць для створення ПАВ може здійснюватися на основі досліджень показників води джерел водозабезпечення приватних господарств, які розміщені на відповідній території.

Завдання і мета. Робота присвячена дослідженню основних показників безпечності та якості питної води з джерел водозабезпечення – шахтних колодязів та каптажних джерел. Завданням роботи

2. Звіт Державної санітарно-епідеміологічної станції за 2010 рік. – 138 с.
3. Звіт Державного управління охорони навколишнього природного середовища в Сумській області. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Сумській області в 2010 році. – Суми: Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Сумській області, 2010. – 144 с.
4. Семчук Я.М. Прогнозування хімічного забруднення навколишнього середовища в районах розробки нафтових родовищ / Я.М. Семчук, Е.Е. Абдурагімова // Науковий вісник ІФНТУНГ. – 2010. – №2(24). – С. 148-153.
5. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод : підручник / С.І.Сніжко. – К.: Ніка-центр, 2001. – 264 с.

УДК (543.3+389):614.777

*Сінченко В.Г., Караван Ю.В., Тураш М.М.
ДП «Інститут екогігієни і токсикології
ім. Л. І. Медведя» МОЗ України, м. Чернівці*

ПРО ПОКАЗНИКИ БЕЗПЕЧНОСТІ І ЯКОСТІ ВОДИ З КОЛОДЯЗІВ В ГІРСЬКОМУ РЕГІОНІ ТА КАНЬЙОНІ Р. ДНІСТЕР У ЧЕРНІВЕЦЬКІЙ ОБЛАСТІ В КОНТЕКСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ЇЇ РЕСУРСІВ РЕКРЕАЦІЇ

Визначені основні показники безпечності та якості води з колодязів, які розташовані в привабливих для рекреації місцях Чернівецької області. Показана придатність води до споживання в якості питної. В окремих випадках є необхідність попередньої обробки води для зменшення її жорсткості.

Ключові слова: Чернівецька область, вода з колодязів, показники безпеки і якості, моніторинг.

Определены основные показатели безопасности и качества воды с колодцев, которые расположены в привлекательных для рекреации местах Черновицкой области. Показана пригодность воды к потреблению в качестве питьевой. В отдельных случаях есть необходимость предварительной обработки воды для уменьшения её жесткости.

Ключевые слова: Черновицкая область, вода из колодцев, показатели безопасности и качества, мониторинг.

The main safety performance is the quality of water from wells that are located in attractive places for recreation in Chernivtsi region. Shows the suitability of water for consumption as drinking water. In some cases, there is the need to pretreatment to reduce stiffness.

Keywords: Chernivtsi region, water from wells, safety record and quality monitoring.

Актуальність. Екологічно безпечний та актуальний напрямок розвитку економіки Чернівецької області – розбудова інфраструктури для реалізації її рекреаційних можливостей [3]. Частиною цього є розробка маршрутів подорожей та облаштування пунктів активного відпочинку (ПАВ). Наявність джерела водозабезпечення є необхідною умовою для створення ПАВ. При розташуванні ПАВ слід враховувати відповідність показників якості та безпечності води показникам нормативних документів (НД) [1]. Прогнозна оцінка придатності місць для створення ПАВ може здійснюватися на основі досліджень показників води джерел водозабезпечення приватних господарств, які розміщені на відповідній території.

Завдання і мета. Робота присвячена дослідженню основних показників безпечності та якості питної води з джерел водозабезпечення – шахтних колодязів та каптажних джерел. Завданням роботи

є встановлення типових значень показників води для джерел, які розташовані в гірській частині та поблизу каньйону р. Дністер у межах території Чернівецької області. Ці регіони мають в своєму складі природоохоронні об'єкти і є найбільш привабливими для розвитку інфраструктури туризму та активного відпочинку. Метою роботи є прогнозна оцінка показників безпечності і якості води в даних регіонах. В основу аналізу та прогнозу покладено результати досліджень води з джерел, які розташовані в приватних і комунальних господарствах цих регіонів.

Методи та об'єкти досліджень. Показники визначені із застосуванням стандартизованих методів фізико-хімічного, атомно-абсорбційного та бета-спектрометричного аналізу та відповідних їм методик виконання вимірювань (МВВ). Проведено дослідження води з 52 джерел водозабезпечення. На рис. 1 значком □ представлено місця розташування частини досліджених джерел.

Там же зазначені частини гірського регіону і здійснено розподіл каньйону вздовж природного русла р. Дністер з виділенням двох половин водосховища (водосх.).).

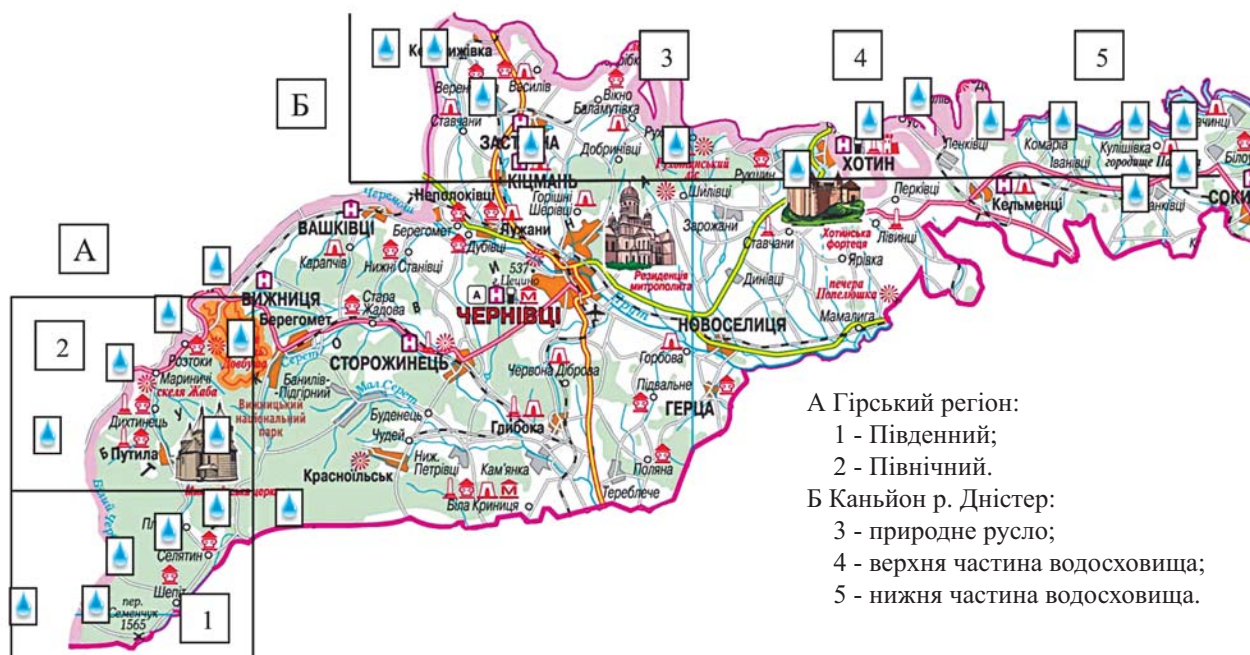


Рис. 1. Місця розташування частини джерел водозабезпечення в межах гірського регіону та каньйону р. Дністер у Чернівецькій області

Результати та їх обговорення. Розглянемо результати досліджень значень показників. Встановлено, що основні показники води з досліджених джерел за санітарно-хімічними та санітарно-токсикологічними показниками не перевищують відповідні показники діючого НД [1]. В окремих джерелах спостерігається перевищення значень водневого показника рН, що імовірно зумовлено наявністю значного вмісту в їх воді карбонатів та гідрокарбонатів металів. Часто для джерел, які розташовані в каньйоні р. Дністер, виявляється перевищення по показнику жорсткості загальної (ЖЗ). У таблиці 1 наведено типові значення показників безпеки і якості за групами санітарно-хімічних і санітарно-токсикологічних показників стосовно неорганічних речовин. Там же наведено характеристики МВВ та значення допустимих рівнів показників, які встановлені згідно НД. Отримані та представлені результати підтверджують коректність застосування вибраних для досліджень методів та МВВ.

У роботі визначені показники наявності радіонуклідів (РН) антропогенного походження, ^{137}Cs та ^{90}Sr у досліджених зразках води. У результаті досліджень за методом адсорбції катіонів [4] встановлено, що їх вміст у воді менший за межу чутливості застосованої МВВ щодо визначення цих РН, а саме в Бк/дм³: для РН ^{137}Cs він становить $< 0,62$, для РН ^{90}Sr – $< 0,30$. Показник відповідності при цьому для відносної похибки вимірювання 0,4 та довірчій імовірності 0,95 дорівнює 0,643, що гарантує безпечність вмісту цих РН у питній воді [2].

Таблиця 1

Характеристики точності, чутливості МВВ та типові значення показників безпечності і якості води в досліджених джерелах

Вид показника	Одиниці виміру	Похибка методу, %	Чутливість методу	Гірський район	Каньйон р. Дністер	Допустимий вміст
Натрій	мг/дм ³	± 10	5,0	15	15	-
Калій	мг/дм ³	± 10	1,0	2,0	6,0	-
Амоній	мг/дм ³	± 5	0,05	<0,05	<0,05	2,6
Кальцій	мг/дм ³	± 15	0,4	116	168	-
Магній	мг/дм ³	± 15	0,4	14	73	-
Хлориди	мг/дм ³	± 2	1,0	20	58	350
Сульфати	мг/дм ³	± 3	5,0	20	210	500
Нітрати	мг/дм ³	± 10	0,5	0,01	42	50
Нітрити	мг/дм ³	± 10	0,003	<0,03	<0,03	2,3
Гідрокарбон	мг/дм ³	± 15	6,0	397	519	-
рН	од. рН	± 0,05	1,0	6,5	7,6	6,5-8,5
СЗ	мг/дм ³	± 2	2,0	433	894	1500
ЖЗ	Ммоль/дм ³	± 15	0,7	7,0	14,4	10
Перм. Окисл.	мг О ₂ /дм ³	± 30	0,1	1,44	1,12	5.0

Проведено аналіз отриманих результатів на відповідність їх показникам допустимого вмісту стосовно групи показників фізіологічної повноцінності мінерального складу. У таблиці 2 наведено діапазон варіацій показників, які в ряді зразків перевищують регламентовані значення з НД. Отримані значення показників класифіковано по місцю знаходження досліджуваного джерела води. Як і в табл.1, аббревіатура СЗ – сухий залишок. Наведені дані дають інформацію про співвідношення між встановленими та нормативними показниками. За їх величиною оцінюється можливість додаткової іонообмінної обробки води.

Таблиця 2

Діапазон варіацій показників, які в ряді зразків води перевищують показники, визначені за критерієм повноцінності мінерального складу

Вид показника	Гірський регіон		Каньйон р.Дністер		
	Південний	Північний	Природне русло	Верхня половина водосх.	Нижня половина водосх.
Na, мг/дм ³	5-14	6-78	5-39	7-240	4-130
Ca, мг/дм ³	28-32	44-140	144-224	36-340	56-156
Mg, мг/дм ³	14-34	5-37	13-51	27-124	7-71
рН, од. рН	7,2-8,3	6,5-9,0	6,9-7,9	6,8-7,9	6,5-8,8
ЖЗ, Ммоль/дм ³	2,6-7,2	2,6-8,2	6,8-16,2	4,0-18,4	4,6-11,8
СЗ, мг/дм ³	187-397	271-600	480-920	381-1600	300-700

Висновки. Порівняльний аналіз отриманих показників з їх допустимими значеннями, які наведено в НД за різними групами показників, показав можливості облаштування ПАВ у розглянутих вище регіонах Чернівецької області. При цьому можна обґрунтовано вважати, що існуючі та новостворені джерела водозабезпечення ПАВ потребуватимуть мінімальних витрат на доочистку води перед її споживанням в якості питної. Запропонований підхід щодо прогнозування показників безпеки і якості води та отримані результати також є корисними при розробці туристичної інфраструктури і в інших регіонах прикарпатських областей, де пам'ятки стародавньої культури, старовини, краєзнавства та цікаві об'єкти довкілля стають складовою частиною туристичного продукту і поєднуються з умовами та можливостями рекреації.

Література

1. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною: ДСанПіН 2.2.4-171-10. – [чинний від 2010–07–01].
2. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді: ГН 6.6.1.1-130-2006. – [чинний від 2006–06–01].
3. Програма розвитку туризму в Чернівецькій області на 2011–2012 роки, затверджена рішенням II сесії VI скликання Чернівецької обласної ради № 21-2/10. – [чинна від 21.12.2010].
4. Сінченко В.Г. До питання визначення безпечності радіонуклідів Cs-137 та Sr-90 у питній воді природних джерел при моніторингових дослідженнях їх вмісту адсорбційно-спектрометричним методом / В.Г. Сінченко, Н.М. Омельченко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2011. – Том 4(25). – С. 18–28.

ЕКОЛОГІЯ ПЕДОСФЕРИ

УДК 631.4:669.184.16 ¹Кармазиненко С.П., ²Кураєва І.В., ²Войтюк Ю.Ю., ³Манічев В.Й.

¹ Інститут географії НАН України;

² Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення

ім. М.П. Семененка НАН України;

³ Інститут геохімії навколишнього середовища НАН та МНС України

ГРУНТОВО-ГЕОХІМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДКЛАДІВ, ЩО ЗНАХОДЯТЬСЯ ПІД ВПЛИВОМ ВИКИДІВ КОМБІНАТІВ ЧОРНОЇ МЕТАЛУРГІЇ

У статті висвітлено результати польових і камеральних досліджень сучасних ґрунтів, на які впливають викиди підприємств чорної металургії. Відзначено, що ґрунти піддаються суттєвому техногенному навантаженню, що підтверджується наявністю в їх макро- і мікробудові значної кількості часточок шлаку, вугілля, скла тощо. Вивчено особливості геохімічного розподілу і форми знаходження важких металів у ґрунтах, що перебувають під впливом комбінату чорної металургії. Встановлено, що досліджені ґрунти забруднені важкими металами, в основному свинцем, цинком та оловом з перевищенням фонових значень у 6-10 разів.

Ключові слова: ґрунти, морфо-, мікроморфологія, поллютанти, важкі метали.

В статье показаны результаты полевых и камеральных исследований современных почв, которые поддаются влиянию выбросов предприятий черной металлургии. Отмечено, что почвы поддаются существенной техногенной нагрузке, что подтверждается наличием в их макро- и микростроении значительного количества частиц шлака, угля, стекла и т.д. Изучены особенности геохимического распределения и формы нахождения тяжелых металлов в почвах, находящихся под влиянием комбината черной металлургии. Установлено, что исследованные почвы загрязнены тяжелыми металлами, в основном свинцом, цинком и оловом с превышением фоновых значений в 6-10 раз.

Ключевые слова: почвы, морфо-, микроморфология, поллютанты, тяжелые металлы.

The results of empirical and cameral investigations of modern soils under the influence of plants of ferrous metal industry are cleared up in the article. It is noted that soils are under the influence of technological

Література

1. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною: ДСанПіН 2.2.4-171-10. – [чинний від 2010–07–01].
2. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді: ГН 6.6.1.1-130-2006. – [чинний від 2006–06–01].
3. Програма розвитку туризму в Чернівецькій області на 2011–2012 роки, затверджена рішенням II сесії VI скликання Чернівецької обласної ради № 21-2/10. – [чинна від 21.12.2010].
4. Сінченко В.Г. До питання визначення безпечності радіонуклідів Cs-137 та Sr-90 у питній воді природних джерел при моніторингових дослідженнях їх вмісту адсорбційно-спектрометричним методом / В.Г. Сінченко, Н.М. Омельченко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2011. – Том 4(25). – С. 18–28.

ЕКОЛОГІЯ ПЕДОСФЕРИ

УДК 631.4:669.184.16 ¹Кармазиненко С.П., ²Кураєва І.В., ²Войтюк Ю.Ю., ³Манічев В.Й.

¹ Інститут географії НАН України;

² Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення

ім. М.П. Семененка НАН України;

³ Інститут геохімії навколишнього середовища НАН та МНС України

ГРУНТОВО-ГЕОХІМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДКЛАДІВ, ЩО ЗНАХОДЯТЬСЯ ПІД ВПЛИВОМ ВИКИДІВ КОМБІНАТІВ ЧОРНОЇ МЕТАЛУРГІЇ

У статті висвітлено результати польових і камеральних досліджень сучасних ґрунтів, на які впливають викиди підприємств чорної металургії. Відзначено, що ґрунти піддаються суттєвому техногенному навантаженню, що підтверджується наявністю в їх макро- і мікробудові значної кількості часточок шлаку, вугілля, скла тощо. Вивчено особливості геохімічного розподілу і форми знаходження важких металів у ґрунтах, що перебувають під впливом комбінату чорної металургії. Встановлено, що досліджені ґрунти забруднені важкими металами, в основному свинцем, цинком та оловом з перевищенням фонових значень у 6-10 разів.

Ключові слова: ґрунти, морфо-, мікроморфологія, поллютанти, важкі метали.

В статье показаны результаты полевых и камеральных исследований современных почв, которые поддаются влиянию выбросов предприятий черной металлургии. Отмечено, что почвы поддаются существенной техногенной нагрузке, что подтверждается наличием в их макро- и микростроении значительного количества частиц шлака, угля, стекла и т.д. Изучены особенности геохимического распределения и формы нахождения тяжелых металлов в почвах, находящихся под влиянием комбината черной металлургии. Установлено, что исследованные почвы загрязнены тяжелыми металлами, в основном свинцом, цинком и оловом с превышением фоновых значений в 6-10 раз.

Ключевые слова: почвы, морфо-, микроморфология, поллютанты, тяжелые металлы.

The results of empirical and cameral investigations of modern soils under the influence of plants of ferrous metal industry are cleared up in the article. It is noted that soils are under the influence of technological

activities of people. It confirmed that there are many pieces of slag, coal and glass in the micromorphological structure of soils. We have studied distribution and forms of heavy metals content in the soils under the influence of iron and steel plants. It is established that the investigated soils contaminated with heavy metals, predominantly lead, zinc, and tin and excess of 6-10 times background values.

Keywords: soils, morpho-, micromorphology, pollutants, heavy metals.

Актуальність проблеми та історія її вивченості. На сьогоднішній день основним забруднювачем довкілля в багатьох містах України є техногенні викиди підприємств чорної металургії, серед яких перше місце займають іони важких металів. Оскільки ґрунти є індикатором забруднення навколишнього середовища, тому виникла потреба в аналізі вмісту поліутантів та їх впливові на особливості макро- і мікроморфологічної будови ґрунтів. З метою оцінки стану забрудненості ґрунтів іонами важких металів під впливом викидів підприємств чорної металургії були проведені ґрунтово-геохімічні дослідження сучасних відкладів трьох розрізів м. Алчевська (входить у п'ятірку найбільш забруднених міст України) з використанням мікроморфологічного (з'ясування генезису і типу відкладів) і спектрального (оцінки вмісту іонів важких металів) аналізів. Вивченню питань геохімії поліутантів, морфо- і мікроморфологічним особливостям ґрунтів і відкладів, що піддаються впливові викидів промислових підприємств присвячений ряд робіт [1-20].

Аналіз отриманих результатів. Наведемо результати польових (морфологічний опис) і камеральних (мікроморфологічний, мінералогічний і спектральний аналіз) робіт кожної розчистки, які знаходяться на відстані 400-600 м від Алчевського металургійного комбінату. Найбільш типові ознаки мікробудови ґрунтів і відкладів відображені на рис. 1.

Ґрунти першого і другого розрізів характеризуються такими морфологічними ознаками як темносірий колір профілю, грудкувата структура, поступовий перехід між генетичними горизонтами (Н/к, Нрк, Ph(k), Р), реакція з 10% розчином соляної кислоти і є найбільш подібними до чорноземів малопотужних (0,50 м), що залягають на елювії щільних безкарбонатних порід алевролітистих сланців палеогенового часу. Внаслідок забрудненості викидами металургійного комбінату в ґрунтах відсутні, або слабо проявляються такі морфо- і мікроморфологічні ознаки, як наявність кротовин, складних мікроагрегатів, пор та ін., що характерні для чорноземоподібних ґрунтів [4, 11-13].

Для матеріалу із гумусових (Н/к) горизонтів (розріз 1, 2) характерним є наявність значної кількості техногенного матеріалу (від 15–20% – розчистка №1 до 25–35% – розчистка №2 площі шліфа). Внаслідок чого мікроділянки шліфа із складними мікроагрегатами І–ІІ порядку, розділених звивистими порами, є поодинокими (завуальовані часточками шлаків). Техногенні викиди представлені переважно утвореннями сферичної форми (скляні кульки), а також часточками шлаків неправильної форми і металу різного розміру (алевритового і дрібнопилюватого) на фоні органо-глинистої плазми. Для верхніх перехідних горизонтів двох розчисток характерна також наявність слідів техногенних викидів, але їх масштаби прояву значно менші. У Нрк горизонті розчистки №1 техногенний матеріал викидів металургійного комбінату спостерігається у вигляді поодиноких утворень (кульки, металічні лусочки). Часто на ділянках між зернами теригенного кварцу (розчистка №2) відзначаються включення чорного кольору (металічні утворення), які є техногенним матеріалом. Нижні перехідні горизонти (Ph(k)) обох розчисток відзначаються поодинокими включеннями техногенного матеріалу.

Відклади третього розрізу представляють собою антропогенні утворення, коли внаслідок діяльності людини (будівництво дороги, прокладання трубопроводу) природній механічно перемішаний чорноземоподібний ґрунт, що залягає на безкарбонатних сланцях, перетворився на техногенний. Матеріал ґрунту морфо- мікроморфологічно представляє собою помітну суміш природного і техногенного матеріалу. Наявність включень техногенного матеріалу (уламки шлаків, вугілля та ін. – до 30–40% площі шліфа) є свідченням природної порушеності ґрунтових горизонтів.

У відібраних зразках ґрунтів і пилових випадіннях був визначений валовий вміст важких металів. Результати спектрального аналізу представлені в таблиці 1. На основі валового вмісту іонів важких металів у ґрунтах і пилових випадіннях були встановлені максимальні значення їх коефіцієнтів відносно фонового значення: Zn – 10,9; Sn – 6,6; Pb – 6,2; Cu – 3,8; Ni – 3,5; Cr – 2,5. Всі перелічені елементи, крім Sn, відносяться до першого і другого класу небезпеки. Також була розрахована техноген-

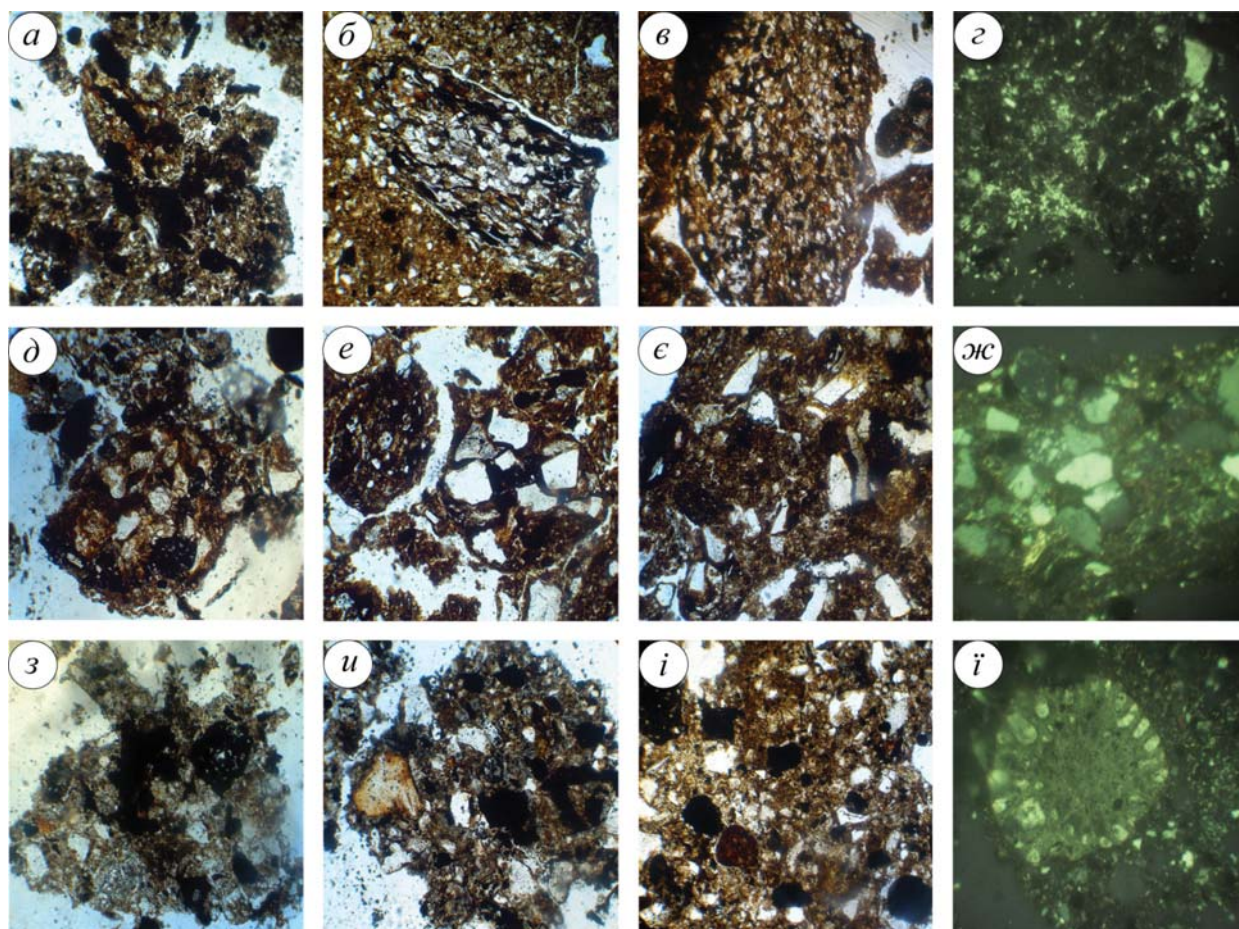


Рис. 1. Мікробудова сучасних ґрунтів і відкладів:

- **розчистка № 1:** **H/k:** *a* – органо-глиниста плазма та часточки шлаку сферичної форми; **Hpk:** *б* – техногенний матеріал у вигляді металічних лусочок і кульок; **Ph(k):** *в* – техногенний матеріал; **г** – концентрація мікро- і дрібнокристалічного кальциту у порах та плазмі;

- **розчистка № 2:** **H/k:** *д* – часточки шлаку; **Hpk:** *е* – зерна мінерального скелету (переважно кварцу) оточені залізисто-глинистою речовиною і матеріалом техногенного характеру; **Ph(k):** *є* – мікроділянки із рівномірним просоченням плазми органо-залізисто-глинистою речовиною та часточки техногенного матеріалу; **ж** – мікроділянки просочені мікрокристалічним кальцитом на фоні плазмово-піщаної мікробудови;

- **розчистка № 3:** **H_{техн.}:** *з* – техногенний матеріал; **H/k:** *и* – плазма просочена органо-глинистою речовиною та техногенний матеріал; **Hpk:** *і* – уламки техногенного матеріалу і вугілля на фоні органо-глинистої плазми; **Ph(k):** *ї* – пилувато-плазмозна мікробудова і концентрація мікро- і дрібнокристалічного кальциту у порі;

(*a* – *в*, *д* – *є*, *з* – *і* – нік. II, *г*, *ж*, *ї* – нік. +, збільшення 100)

ність ряду елементів (таблиця 2). З таблиці видно, що найбільш техногенними металами, що перебувають під впливом Алчевського комбінату, є Zn (86,1% у розрізі №2), Sn (83,3% у розрізі №2), Pb і Cu (79,2% і 79,1% у розрізах № 1 і № 2 відповідно), Cr (75% у розрізі № 3). Це найбільш техногенні метали в ґрунтах.

На основі середніх значень техногенності елементів у ґрунтах м. Алчевська поблизу комбінату чорної металургії утворюють ряд: Pb > Zn > Sn > Cr > Cu. Для цих елементів були побудовані графіки їх розподілу по дослідженим ґрунтовим розрізам (рис. 2).

При цьому слід пам'ятати, що кожне промислове місто має свою техно-геохімічну спеціалізацію [16]. Із наших даних слідує, що в м. Алчевськ домінує свинцево-цинкове забруднення ґрунтів.

Таблиця 1

**Валовий вміст важких металів у ґрунтах і пилових випадіннях
м. Алчевськ, мг/кг**

Горизонт	Глибина, см	Mn	Ni	Co	V	Cr	Mo	Cu	Pb	Zn	Sn
		Фонові значення для ґрунтів:									
		322	23	8	90	80	2	21	13	55	3
Розріз № 1											
Пилові випадіння:		4000	50	7	100	200	4	70	100	600	15
H/k	0-5	4000	50	6	150	100	4	60	80	600	10
	5-10	4000	50	5	200	100	3	60	60	500	10
Hpk	10-20	1500	40	5	150	60	5	40	20	200	4
	20-30	1000	60	6	150	80	10	50	30	200	6
Ph(k)	30-40	1500	40	5	100	50	20	30	20	200	6
P	40-50	2000	50	5	100	50	8	30	20	200	5
Розріз № 2											
Пилові випадіння:		2000	60	6	80	100	4	40	200	600	20
H _{техн.}	0-5	2000	50	4	200	100	2	40	60	600	20
	5-10	2000	80	5	200	100	2	40	40	200	8
H/k	10-20	2000	50	4	100	80	5	50	20	200	8
	20-30	3000	80	5	100	100	4	40	30	100	5
Hpk	30-40	1500	100	6	100	100	2	50	20	100	5
	40-50	300	100	5	100	100	3	10	20	100	4
Ph(k)	50-60	1000	100	5	100	100	2	10	20	100	4
Розріз № 3											
Пилові випадіння:		4000	30	5	60	300	2	200	60	500	8
H _{техн.}	0-10	5000	30	4	100	200	3	80	60	200	6
	30-40	2500	40	3	100	40	5	60	40	100	8
H/k	40-60	3000	50	5	100	50	5	300	50	200	8
Hpk	60-70	6000	60	5	100	40	6	200	200	200	10
Phk	70-80	1000	50	5	100	60	3	40	30	100	5
P	80-110	2000	100	8	150	60	10	40	20	100	5

Таблиця 2

Відсоток техногенності важких металів у ґрунті, %

Територія:		Ni	Co	V	Cr	Mo	Cu	Pb	Zn	Sn
1	Розріз №1	н	н	н	58,3	н	58,3	79,2	72,2	58,3
2	Розріз №2	н	н	н	н	н	79,1	72,2	86,1	83,3
3	Розріз №3	н	н	н	75	н	58,3	72,2	58,3	н

Примітка. н – низька (недостовірна) техногенність елемента.

Проведені ґрунтово-геохімічні дослідження дозволяють зробити наступні **висновки**. Ґрунти (розчистки № 1, 2) і ґрунтові відклади (розчистка № 3) вертикальних розрізів несуть сліди значного техногенного навантаження на їх профілі, що відображається в їх морфо- і мікроморфологічних ознаках. Мікроморфологічно це підтверджується наявністю значної кількості видимих під мікроскопом часточок шлаку, вугілля, скла та ін. Ґрунти і відклади, що знаходиться під впливом викидів металургійного комбінату, забруднені в основному такими іонами важких металів як свинець, цинк, олово та іншими поллютантами в результаті аеротехногенного випадіння металів з газопиловими випадіннями (Zn – 600, Pb – 200, Sn – 20). Максимальні значення коефіцієнтів концентрації іонів важких металів відносно фонового вмісту в ґрунтах і відкладах становить для Zn – 10,9; Sn – 6,6; Pb – 6,2; Cu – 3,8; Ni – 3,5; Cr – 2,5мг/кг і перевищують фонові в 6–10 раз. Всі перелічені елементи, крім Sn, відносяться до пер-

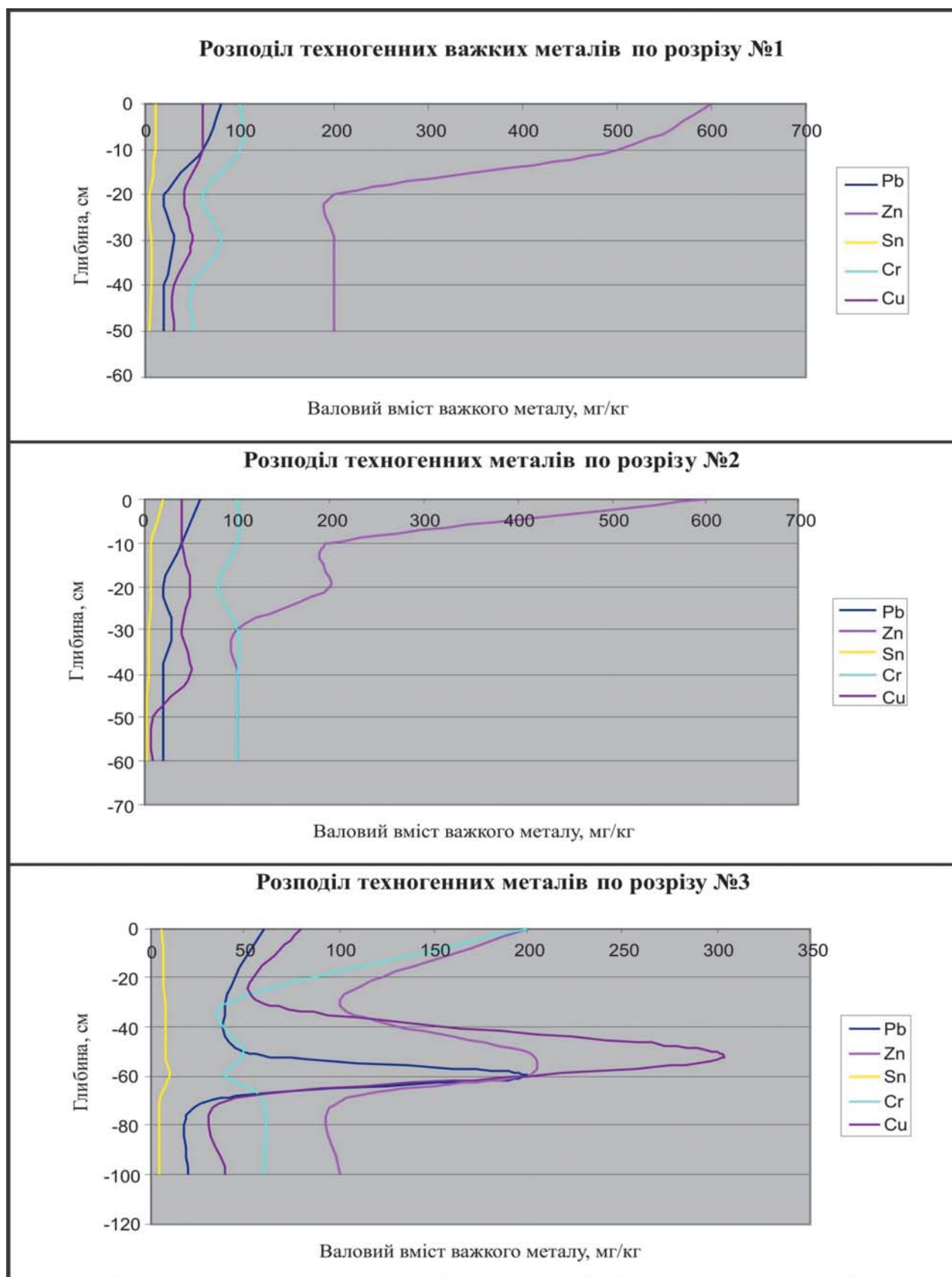


Рис. 2. Розподіл техногенних важких металів по розрізах № 1-3 ґрунтів під впливом АМК

шого і другого класу небезпеки. Техногенність важких металів у ґрунтах, що визначалася профільним методом, досягає високого рівня: Zn (86,1%), Sn (83,3%), Pb і Cu (79,2% і 79,1%), Cr (75%). За середніми значеннями техногенності елементів у ґрунтах можна сформувати їх наступний ряд $Pb > Zn > Sn > Cr > Cu$, що свідчить про домінування свинцево-цинкового забруднення відкладів.

Література

1. Белова Н.А. Экология, микроморфология, антропогенез лесных почв степной зоны Украины / Н.А.Белова. – Днепропетровск: Изд-во ДГУ, 1997. – 264 с.
2. Важкі метали у ґрунтах заповідних зон України / За ред. Е.Я. Жовинського. – К.: «Логос», 2005. – 104 с.
3. Водяницкий Ю.Н. Тяжелые и сверхтяжелые металлы и металлоиды в загрязненных почвах / Ю.Н. Водяницкий. – М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2009. – 95 с.
4. Войтюк Ю.Ю. Оцінка стану забрудненості ґрунтів м. Маріуполя важкими металами / Ю.Ю. Войтюк, І.В. Кураєва, С.П. Кармазиненко, В.Й. Манічев. – Київ, 2011. – Т.2. – С.123-127.
5. Гармаш Г.А. Накопление тяжелых металлов в почвах и растениях вокруг металлургических предприятий: Автореф. дис. канд. биол. наук / Г.А.Гармаш. – Новосибирск, 1985. – 16 с.
6. Глазовская М.А. Теория природных и техногенных ландшафтов СССР / М.А.Глазовская. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998. – 327 с.
7. Грищенко С.В. Комплексная гигиеническая оценка загрязнения почв населенных мест Донецкой области / С.В.Грищенко, М.Г.Степанова, В.П. Коровина, Е.В. Шамрай, О.Н. Ганенко // Вестник гигиены и эпидемиологии. – Дон: ДМУ, 2001. – Т. 5. – №2. – С. 168-171.
8. Добровольский Г.В. Микроморфология антропогенно-измененных почв: Сборник научных трудов АН СССР / Г.В.Добровольский. – М.: Наука, 1988. – 215 с.
9. Жовинский Э.Я. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины./ Э.Я. Жовинский, И.В. Кураева. – К.: Наук. думка, 2002. – 213 с.
10. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. / В.Б. Ильин. – Новосибирск: Наука. Сиб. Отд-ние. 1991. – 151 с.
11. Кармазиненко С.П. Мікрморфологічні дослідження викопних і сучасних ґрунтів України / С.П.Кармазиненко – К.: Наук. думка, 2010. – 120 с.
12. Кармазиненко С.П. Результаты мікрморфологічного дослідження сучасного ґрунтового покриву в районі колишніх розробок поліметалічних руд біля с. Нагольна-Тарасівка // Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції «Суспільно-, фізико-географічні та геоecологічні проблеми старопромислових районів» / С.П. Кармазиненко, В.Й. Манічев. – Луганськ, 2011. – С.164-168.
13. Кармазиненко С.П. Экологическое состояние окружающей среды г. Мариуполя // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Экологические аспекты регионального развития» / С.П. Кармазиненко, И.В. Кураева, В.И. Маничев, Ю.Ю. Войтюк. – Ярославль, 2011. – С. 330-337.
14. Кузнецов В.А. Метод постадийных вытяжек при геохимических исследованиях / В.А. Кузнецов, Г.А. Шимко. – Минск: Наука и техника, 1990. – 65 с.
15. Кураєва І. Екологічний стан ґрунтів м. Києва // Географія. Економіка. Екологія. Туризм: регіональні студії / І. Кураєва, А. Самчук, С. Кармазиненко. – Ніжин, 2011. – Вип.5. – С.131-137.
16. Перельман А.И. Геохимия./А.И.Перельман. – М.: Высшая школа, 1989. – 528 с.
17. Саєт Ю.Е. Геохимия окружающей среды./ Ю.Е. Саєт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. – М.: Недра, 1990. – 325 с.
18. Самчук А.И. Физико-химические условия образования мобильных форм токсичных металлов в почвах / А.И. Самчук, Г.Н. Бондаренко, В.В. Долин и др. // Мінералогічний журнал. – 1998. – № 2. – С.48-59.
19. Baron S., Carignan J., Ploquin A. Dispersion of heavy metals (metalloids) in soils from 800-year old pollution (Mont-Lozere, France) // Environ. Sci. Technol. 2006. V. 40. P. 5319-5326.
20. Kabata-Pendias A., Pendias H. Trace elements in Soils and Plants. Third Edition. CRC Press, 2001. – 412 p.

ГЕОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ НА ТЕРИТОРІЇ РОГАТИНСЬКОГО РАЙОНУ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Виконані дослідження розподілу важких металів по площі і по профілю, що дозволить організувати мережу екологічного моніторингу для контролю стану довкілля в Рогатинському районі.

Ключові слова: ґрунтовий покрив, важкі метали, розподіл елементів по профілю, гумусовий горизонт, ілювій.

Выполнено исследования распределения тяжелых металлов по площади и по профилю, что позволит организовать сеть экологического мониторинга для контроля состояния окружающей среды в Рогатынском районе.

Ключевые слова: почвенный покров, тяжелые металлы, распределение элементов по профилю, гумусовый горизонт, иллювий.

In the article has been discussed the problem of hard rocks exploring with the help of profile building on the territory of Rogatun region.

Keywords: soils covering, hard rocks, elements' profile dividing, humus horizon, alluvium.

Актуальність теми. Ґрунти, на відмінну від інших компонентів навколишнього природного середовища, здатні зберігати отримані ззовні забруднювальні речовини досить довго, тобто вони слугують своєрідним «депо». Важкі метали, що потрапляють у ґрунтовий профіль, крім високої токсичності, володіють здатністю до біоаккумуляції в органічних речовинах, що підвищує ризик виникнення хронічних захворювань в живих організмах, в тому числі і в людини. Саме тому геохімічне вивчення ґрунтів має велике значення для екології, ґрунтознавства, ландшафтознавства та інших галузей природничих наук.

Результати виконаних робіт. Проведені дослідження показали, що забруднення ґрунтів Hg, Ni, Zn, Pb, Cu, Co, As та іншими важкими металами (ВМ) накопичуються в основному в гумусовому (0-10 см від поверхні) і ілювіальному (30-50 см) горизонтах ґрунтового профілю. Якщо досліджувані ділянки віддалені від можливих джерел забруднення (промислові підприємства м.Рогатина, автомобільні дороги тощо), то розподіл ВМ по площі і по профілю більш-менш рівномірний, що видно з побудованих нами карт (рис. 1-7). Виявлено також, що валовий вміст Cu, Zn, Cd, зосереджений в ілювії, а Pb – у гумусовому горизонті. Можливо певну роль відіграє також ефект геохімічного бар'єру, зумовленого карбонатними породами, що залягають серед пісків міоцену у вигляді лінз.

Із літератури [1-3] відомо, що накопичення надлишків Zn згубно впливає на життєдіяльність мікроорганізмів, що порушує процеси утворення органічної речовини в ґрунтах. Крім того, забруднюються процеси ферментації і розкладання целюлози. Змінюються також фізичні та фізико-хімічні властивості ґрунтів.

На відміну від Cu, Zn, Cd, сполуки Pb зосереджені в основному у верхньому (гумусовому) горизонті. Надлишки Pb, порівняно з фоновими, мають пригнічуючу дію на ґрунтові мікроорганізми. Це свідчить про поступлення Pb в ґрунти за рахунок антропогенного впливу [2], що підтверджується високим вмістом цього елементу у верхньому шарі ґрунту. Відповідно, гумусовий та ілювіальний горизонти є своєрідними геохімічними бар'єрами для осадження важких металів.

Важливу роль для Pb відіграють автошляхи, тому що в минулому використовували етиловий бензин. Деякі автори [1,4] вважають, що Pb попадає в атмосферу переважно в оксидній формі, потім він осідає на поверхню ґрунту, сорбується органічними речовинами, мігрує по профілю ґрунту, але за межі ґрунтового профілю виноситься в невеликій кількості [4].

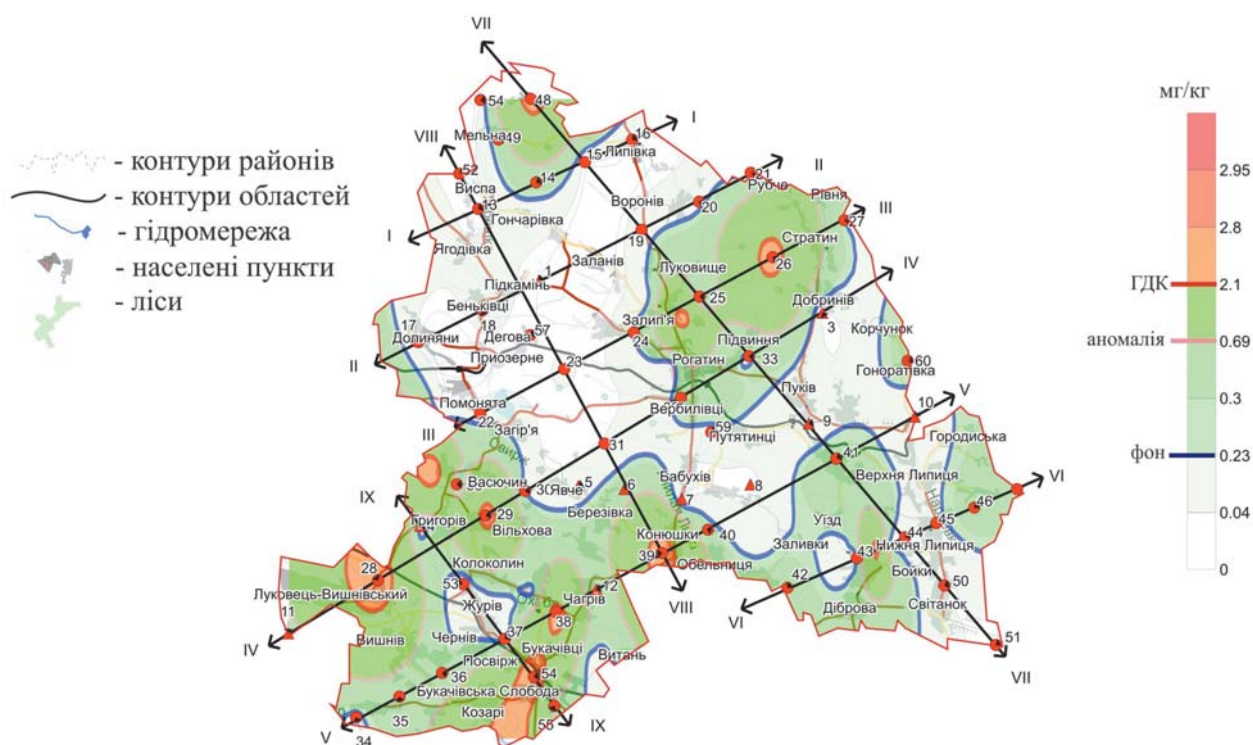


Рис. 1. Розподіл Hg у ґрунтах

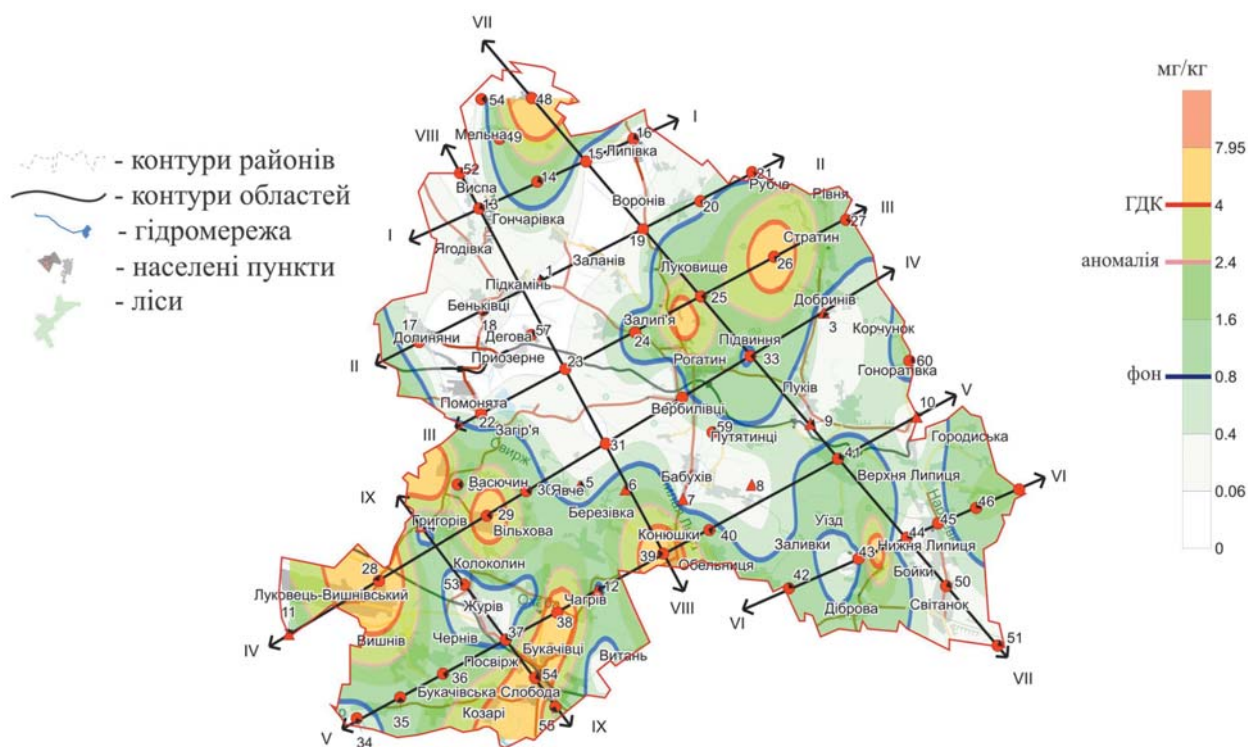


Рис. 2. Розподіл Ni у ґрунтах

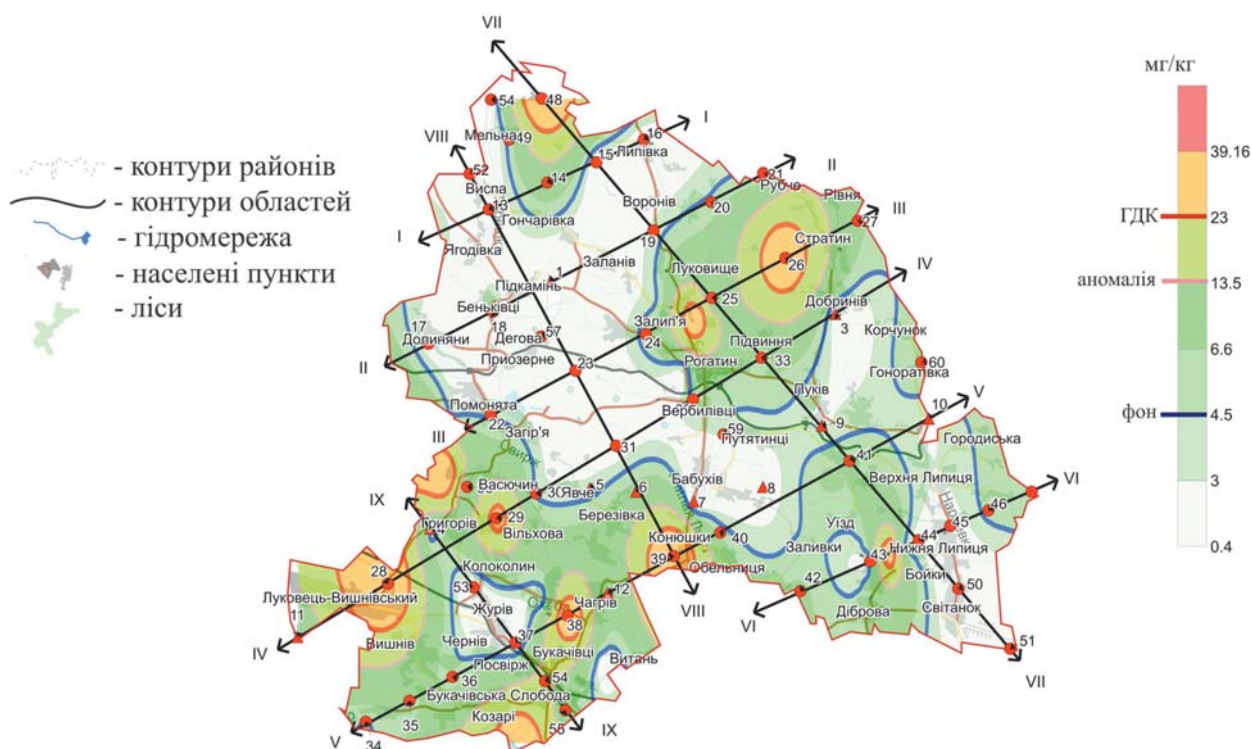


Рис. 3. Розподіл Zn у ґрунтах

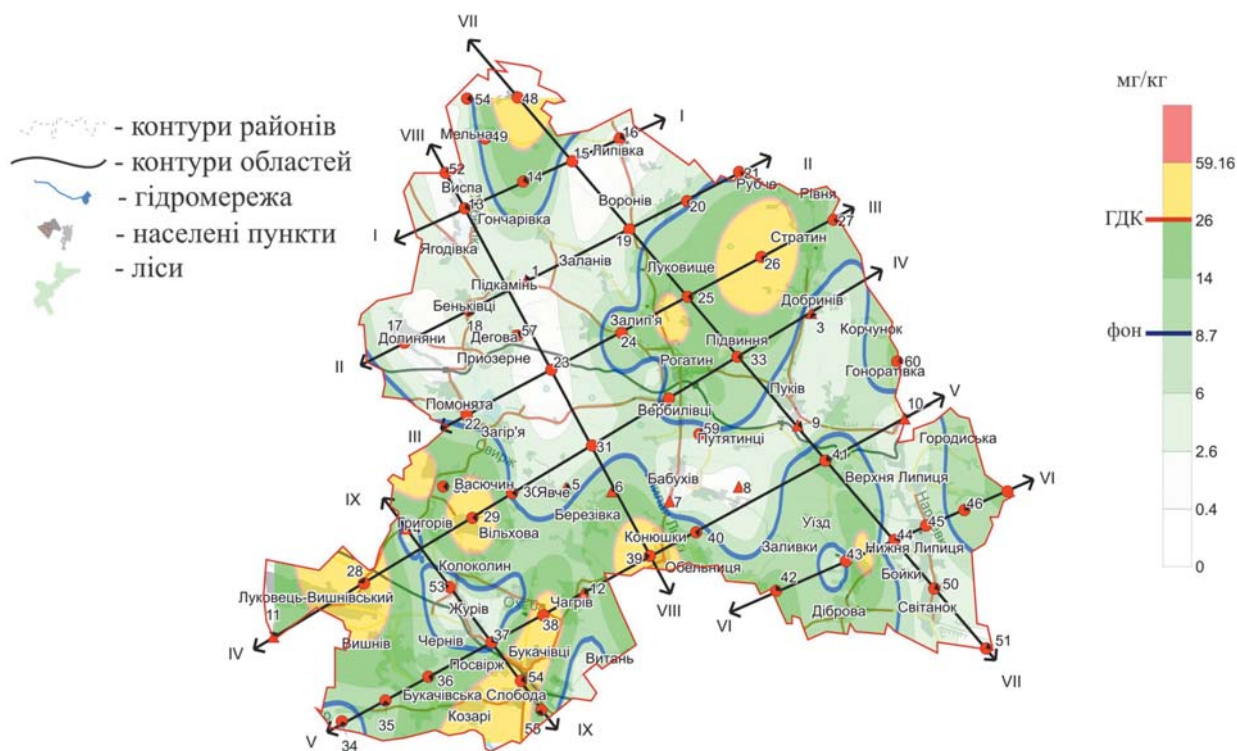


Рис. 4. Розподіл Pb у ґрунтах

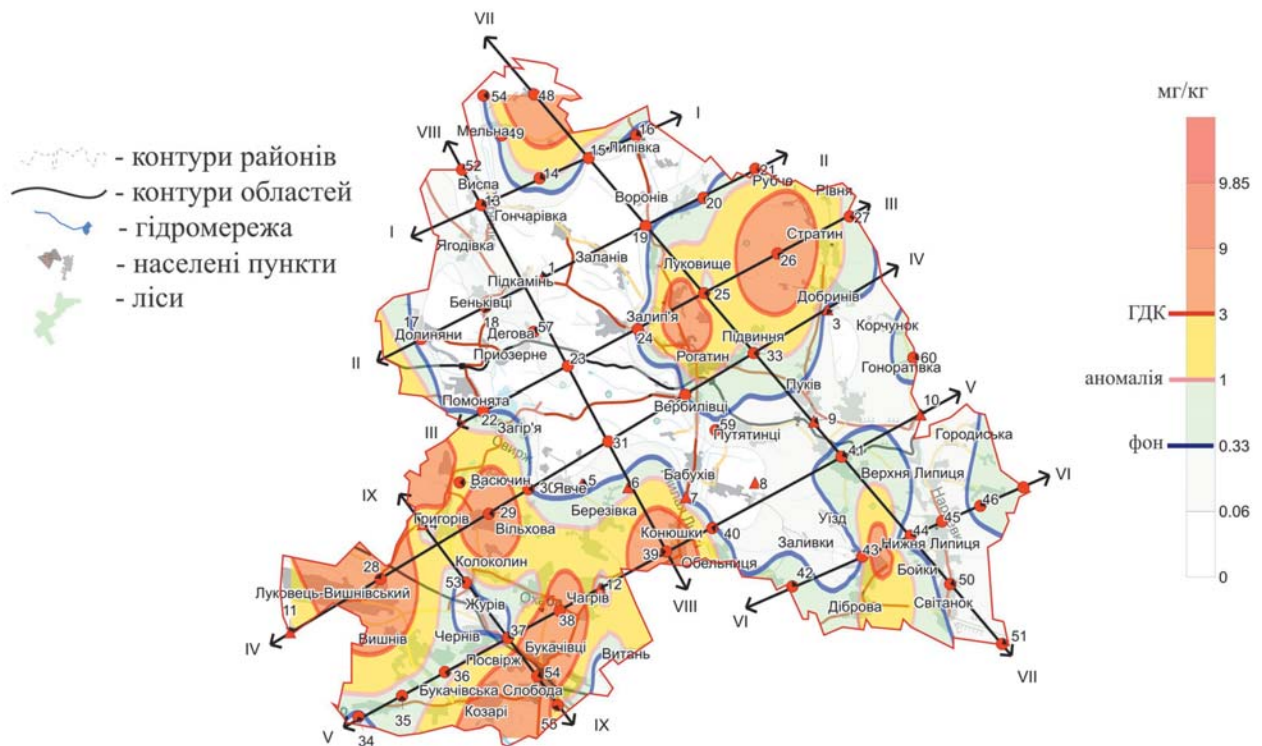


Рис. 5. Розподіл Si ґрунтах

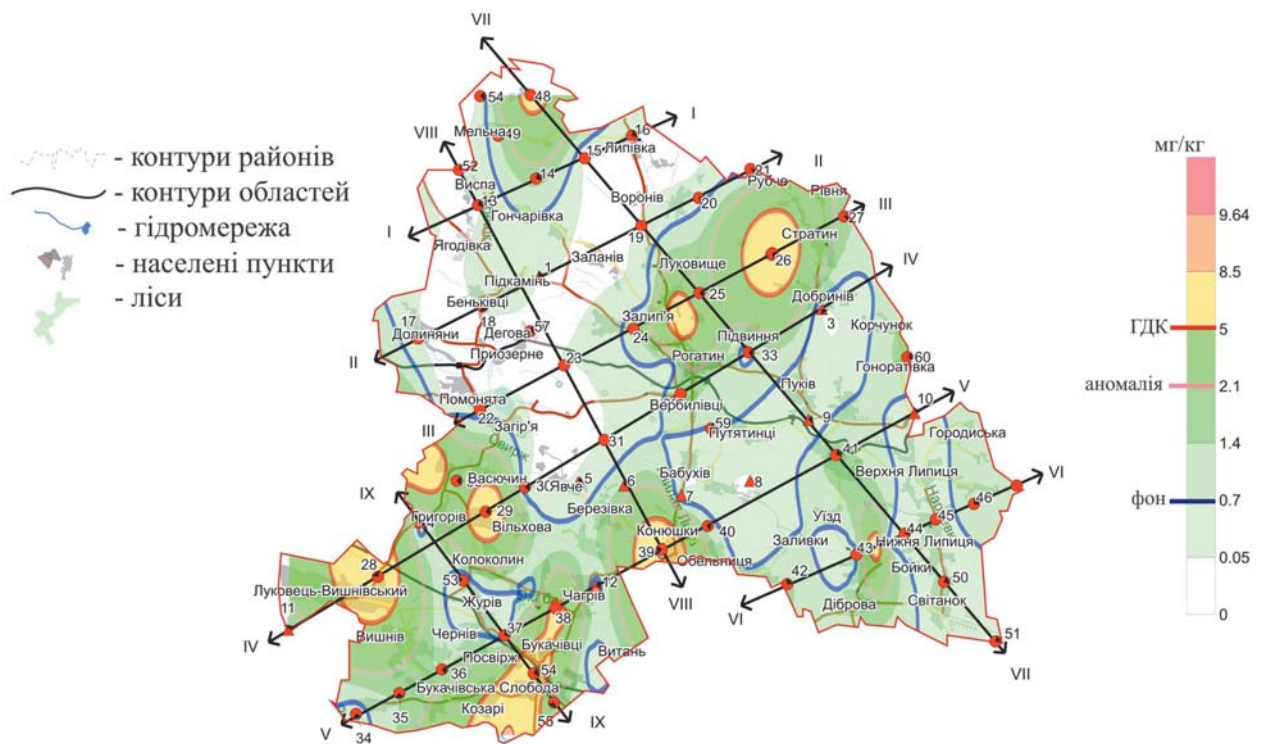


Рис. 6. Розподіл So у ґрунтах

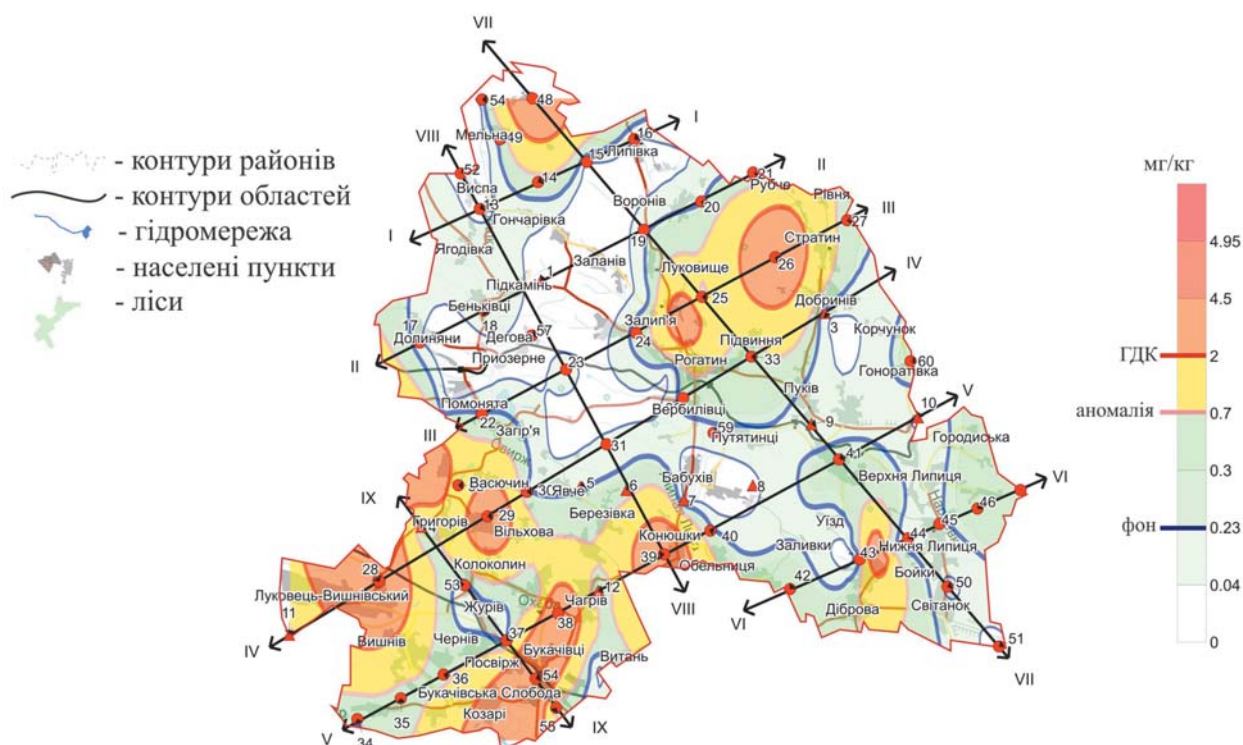


Рис. 7. Розподіл As у ґрунтах

Цікаві дані отримані по вмісту ртуті Hg. Вміст – незначний, але надходження цього забруднювача має антропогенне походження, тому що він концентрується виключно в поверхневому шарі (0-5 см). Аномалії Hg біля смт. Рогатина пов'язані зі спалюванням вугілля в котельнях малих підприємств. Міграція Hg можлива лише на невеликій відстані [3].

Висновки. Розподіл Hg, Ni, Zn, Pb, Cu, Co, As (рис. 1–7) по площі досліджуваного району виявив кілька аномалій, де вмісти цих елементів у 3-5 вище фонових. На карті сумарного показника забруднення, яка об'єднує усі попередні поелементні карти, перевищення фонових вмістів приурочено до смт. Рогатин і далі на північний схід від нього. Інші аномалії сконцентровані на південному заході і менше на південному сході, де спостерігаються висока концентрація населених пунктів. Але остаточні причини виявлених аномалій необхідно буде уточнювати в процесі подальших досліджень інших компонентів навколишнього природного середовища – ґрунтових і поверхневих вод, атмосферного повітря та рослинності.

Література

1. Жемега Г.П. Вміст важких металів у ґрунті та зерні ярого ячменю залежно від внесення мінеральних добрив / Г.П. Жемега, Ю.М. Барат // Науково-виробничий журнал Полтавської державної аграрної академії. – Полтава, 2008. – Вип. 4. – С. 179–183.
2. Затонська В.М. Некоторые аспекты проблемы загрязнения окружающей и внутренней среды свинцом / В.П. Затонская, Ф.И. Лобанов, Н.В. Макаров // Успехи химии. – 1981. – Т. 1. Вып. 4. – С. 693–715.
3. Макроэлементы в окружающей среде / под. ред. П.А. Власюка. – Киев: Наукова думка, 1989. – 136 с.
4. Сухарева О.Б. Аналіз природних об'єктів харчування. Методичні вказівки / О.Б. Сухарева, Я.Р. Базель, С.М. Сухарев. – Ужгород, 2006. – 50 с.

РОЗПОДІЛ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ПО ПРОФІЛЮ ҐРУНТІВ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ «ЗАЧАРОВАНИЙ КРАЙ»

Проведено визначення вмісту сполук важких металів у ґрунтах лісових екосистем Національного природного парку (НПП) «Зачарований край». Встановлено закономірності розподілу важких металів у ґрунтових горизонтах, а також за територією досліджуваного НПП, на основі чого запропоновані нормативи вмісту цих сполук у ґрунтах даного регіону.

Ключові слова: ґрунт, важкі метали, ґрунтові горизонти, гори.

Проведено определение содержания соединений тяжелых металлов в почвах лесных экосистем Национального природного парка (НПП) «Зачарованный край». Установлены закономерности распределения тяжелых металлов в почвенных горизонтах, а также по территории исследуемого НПП, на основе чего предложены нормативы содержания этих соединений в почвах данного региона.

Ключевые слова: почва, тяжелые металлы, почвенные горизонты, горы.

A determination of compounds of heavy metals in soils of forest ecosystems of the National Park «acharovany kray». The regularities of distribution of heavy metals in soil horizons, and by area studied national parks, on the basis of which set standards of content of these compounds in soils of the region.

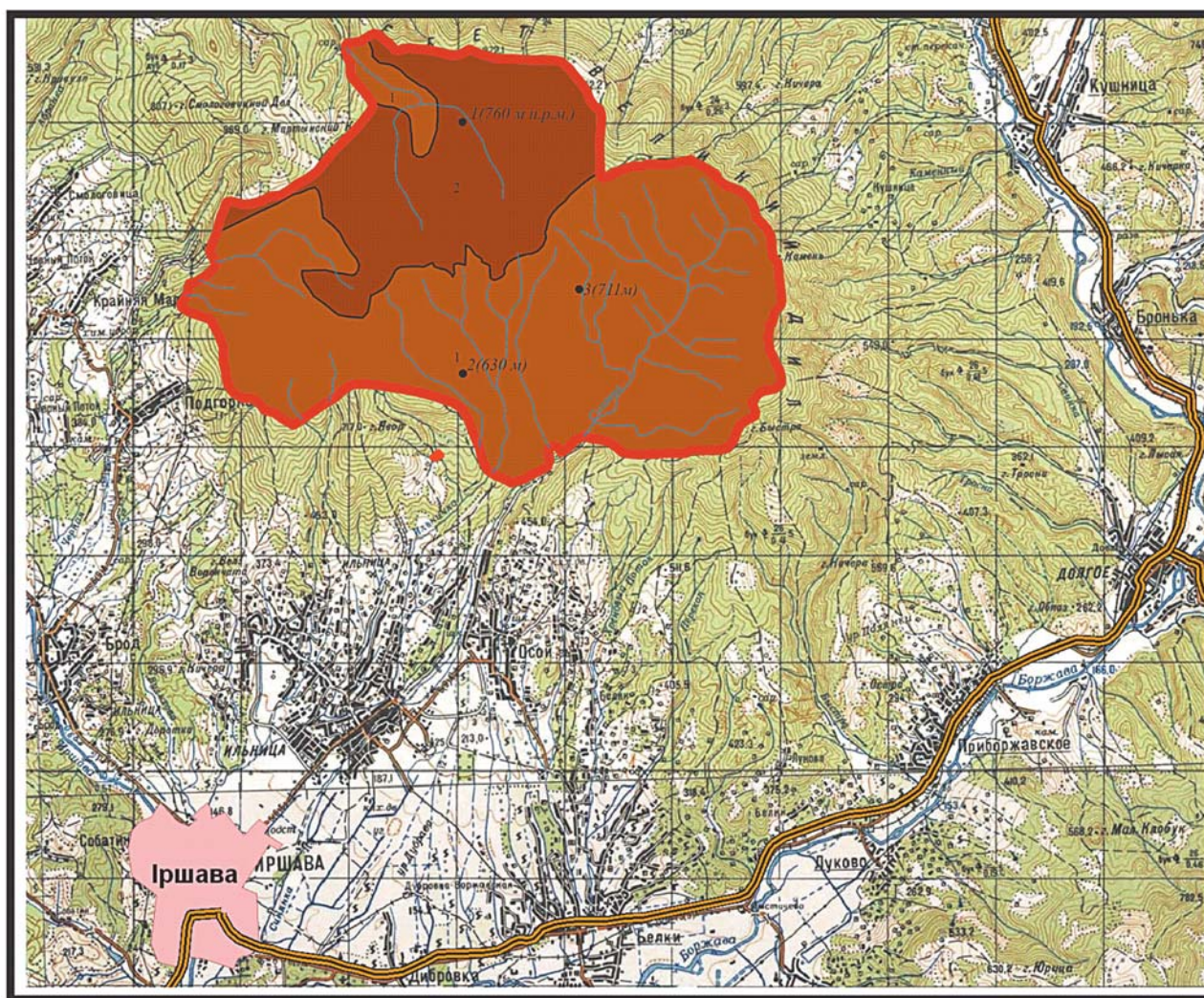
Key words: soil, heavy metals, soil horizons, mountains.

Актуальність теми. Ґрунти, на відміну від інших лабільних середовищ, таких як повітря та водойми, є відносно інертною системою і процеси розсіювання та міграції хімічних інгредієнтів в них протікають повільно. Тому хімічні речовини, в тому числі екотоксиканти, серед яких особливу роль відіграють сполуки важких металів (ВМ), можуть зберігатися в них тривалий час, і залучатися в трофічні ланцюги, що обумовлює довготривалу дію токсикантів. ВМ, окрім високої токсичності, володіють здатністю до біокумуляції та рухливості в об'єктах довкілля, що зумовлює особливу небезпеку їх потрапляння в ґрунти [2,7,9]. Це підвищує ризик виникнення хронічних інтоксикацій в живих організмах, в тому числі в людини. Оцінка медиків і гігієністів та їх висновки щодо підвищеної кількості хворих людей, які проживають в регіонах з високим вмістом сполук ВМ у ґрунтах, у порівнянні з умовно чистими регіонами, за рахунок накопичення сполук ВМ в органах та тканинах з наступною інтоксикацією організму, підтверджує ці дані [10, 12]. Саме тому ґрунти потребують тривалого екологічного моніторингу. Сучасне одержання інформації щодо вмісту ВМ в природних об'єктах є запорукою екологічної безпеки і дозволяє своєчасно та ефективно вжити заходи по попередженню та ліквідації забруднення довкілля екотоксикантами [4].

Об'єктом дослідження є моніторинг стану ґрунтів території Національного природного парку (НПП) «Зачарований край» (рис. 1), який знаходиться в Іршавському районі Закарпатської області. Він є найбільшим природно-заповідним об'єктом району і відображає особливості природних умов району в цілому. Тому проведення фонових моніторингу вмісту важких металів території НПП «Зачарований край» є актуальним завданням сьогодення, що дозволить вирішити кілька проблем реалізації ефективного управління в природоохоронній сфері Іршавського району. Дослідження даного об'єкту за даними показниками проводилося вперше, внаслідок того, що статус НПП цей об'єкт набув лише у 2009 р. [19].

Метою даної роботи є оцінка динаміки забруднення сполуками ВМ, розподіл та іммобілізації ВМ у ґрунтах Національного природного парку НПП «Зачарований край».

Експериментальна частина. Відбір проб ґрунтів, транспортування та зберігання здійснювалось у відповідності з ГОСТ 17.4.3.01 – 83 [5], а підготовка їх до аналізу – згідно методики [13]. Ґрунти



Умовні позначення

- 1 Бурі гірсько-лісові неглибокі
щебенувато-кам'яністі
середньосуглинкові ґрунти
- 2 Бурі гірсько-лісові середньоглибокі
та глибокі опідзолені оглеєні
щебенувато-кам'яністі
важкосуглинкові ґрунти

 Межа НПП «Зачарований край»

● 1(760 м н.р.м.)- точки відбору ґрунтів

Рис. 1. Картохема ґрунтів НПП «Зачарований край»

для аналізу відбиралися як на вершинах гір, так і вздовж схилів, пошарово. Глибина відбору становила 0–20 см (верхній шар), 20–50 см (середній шар), >50 см (нижній шар). Це дозволяє визначити, як міграційні процеси ВМ в ґрунтових горизонтах, так і їх міграцію в поверхневому шарі по території об'єкту. На рис. 1 представлено із зазначенням типу ґрунту ділянки пробовідбору. Як видно з рис. 1, відстані між точками складають декілька кілометрів, охоплені основні типи ґрунту досліджуваного заповідника, зокрема, 1 – бурі гірсько-лісові неглибокі щебенувато-кам'яністі середньосуглинкові, та 2 – бурі гірсько-лісові, середньоглибокі опідзолені оглеєні щебенувато-кам'яністі, важко суглинкові. Таким чином результати є презентабельні, тобто відображають загальний стан даної території за показниками вмісту ВМ.

Актуальну кислотність (рН) у шарах ґрунту визначали потенціометрично на рН метрі ОР-210/1 у водній витяжці [18].

Вміст ВМ у зразках ґрунту (крім вмісту Меркурію) визначали методом електротермічної атомно-абсорбційної спектроскопії (ААС) з комп'ютерною реєстрацією та корекцією фону (дейтерієва лам-

па) на комплексі атомно-абсорбційному КАС-120.1 [1]. Вибір методу базувався на селективності, чутливості та достовірності отриманих результатів щодо визначення ВМ [10]. При виборі параметрів роботи комплексу КАС-120.1 враховували рекомендації [11, 17]. Вимірювання проводили з використанням звичайних графітових кювет. Висушування проби в графітовій кюветі та піроліз (при 550°C протягом 15 с) проводили в потоці аргону, а атомізацію – у режимі «газ–стоп». Визначення металів проводили в таких умовах (довжина хвилі, нм. / ширина щілини, нм.): Cu – (324,8/0,4); Cd – (228,8/0,7); Pb – (283,3/0,4); Zn – (213,9/0,7). Температура атомізації для Кадмію – 2300°C, для Купруму, Плюмбуму та Цинку – 2400°C. Визначення Меркурію проводили методом «холодного пару» на атомно-абсорбційному спектрометрі «С-115М» з використання приставки «Юлія». Використовували індуктивну лампу, а вимірювання поглинання проводили при довжині хвилі 253,7 нм. Параметри визначення Меркурію аналогічні [6].

Результати та їх обговорення. Результати визначення валового вмісту, рухомих форм ВМ та розрахунок відношення рухомої форми ВМ до їх валового вмісту в зразках досліджуваних ґрунтів, відібраних на території НПП «Зачарований край», наведено в табл. 1-2.

Джерелом важких металів у ґрунтах заповідних територій можуть бути гірські породи, на продуктах вивітрювання яких сформувався ґрунтовий покрив. При оцінці валового вмісту важких металів у ґрунтах Національного природного парку «Зачарований край», потрібно виходити з того, що хімічний склад літосфери даної території формується за незначних літологічних та геохімічних відмінностей.

Дані таблиць свідчать, що рівень забруднення різними елементами є різним, а ВМ переважно накопичуються в гумусовому та ілювіальному горизонтах, які насичені кореннями рослин. Тому за умов незначного антропогенного чинника, слід очікувати рівномірного розподілу вмісту ВМ у ґрунтах у всіх ділянках пробовідбору. Порівнюючи валовий вміст Cu, Zn, Cd та Pb, можна сказати, що зміни їх концентрацій залежно від горизонту залягання є не рівномірним, що очевидно зумовлено природою даних металів. Так, Cu, Zn, Cd – найкраще акумулюється в ілювіальній частині профілю (20–50 см). Більшість сполук Zn надходить у ґрунти у вигляді важкорозчинних сполук, тоді як сполуки Cu – у формі хімічно активних речовин, здатних взаємодіяти з гумусовими кислотами [13]. Це зумовлено тим, що дані елементи надходять у даний горизонт переважно за рахунок поступової трансформації гірської породи, про що свідчить співвідношення рухомих форм ВМ до їх валового вмісту. Отже, профільний розподіл вмісту даних металів у досліджуваних ґрунтах носить, в основному, рівномірно-аккумулятивний характер. Зона мінімального вмісту валової форми Cu, Zn, та Cd локалізується на карбонатному геохімічному бар'єрі. Такий розподіл ВМ можна пояснити будовою профілю, типом ґрунту та біохімічним формуванням цих металів із використанням біохімічної сировини. Залишкова кількість сполук Zn та Cu в ґрунтах має пригнічуючу дію на ріст мікроорганізмів, зменшує ферментативну активність ґрунтів, знижує врожаї сільськогосподарських культур [8]. Накопичення надлишкової кількості сполук Zn негативно впливає на більшість ґрунтових процесів: викликає змінення фізичних та фізико-хімічних властивостей ґрунту, зменшує біологічну діяльність. Сполуки Zn пригнічують життєдіяльність мікроорганізмів, внаслідок чого порушуються процеси утворення органічної речовини в ґрунтах. Надлишок Zn у ґрунтовому шарі утруднює ферментацію розкладання целюлози, дихання, дії уреаз.

На відміну від елементів, які розглядались вище, вміст сполук Pb зосереджений переважно у верхньому горизонті, причому для цього елемента спостерігається найбільше значення відношення рухомої форми до валового вмісту. Залишкова кількість рухомих форм Pb може мати пригнічуючу дію. Це свідчить про зовнішнє надходження сполук Pb на дану територію, тобто його вміст може бути зумовлений антропогенним надходженням [14], що також підтверджується високим валовим вмістом сполук Pb у верхньому (0–20 см) шарі. Отже, гумусові та ілювіальні горизонти ґрунту виконують роль відповідного бар'єру на шляху потоку шкідливих речовин. Важкорозчинні сполуки Pb переходять в розчинні форми за рахунок кислотності ґрунтів (буде пояснено далі). Джерелом забруднення ґрунтів сполуками цього металу є переважно автотранспорт, який в минулі роки використовував етиленовий бензин, а також пил з підприємств з переробки поліметалевих руд у Румунії. Пил Pb, який знаходиться переважно в оксидній формі в атмосфері, осідає на поверхню ґрунту, сорбується органічними речовинами, мігрує за профілем з ґрунтовими розчинами, але за межі ґрунтового профілю виноситься в

Таблиця 1

Результати визначення валового вмісту рухомих форм ВМ (Zn, Cu, Cd) у ґрунтах Національного природного парку «Зачарований край» (n=6; P=0,95)

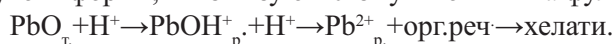
Точки та висоти над рівнем моря	Шар ґрунту	Вміст важких металів в мг/кг										pH
		Zn мг/кг			Cu мг/кг			Cd мг/кг				
		Р.Ф.	В.В.	Р./В.	Р.Ф.	В.В.	Р./В.	Р.Ф.	В.В.	Р./В.		
760-1	Верхній	13,71±0,32	31,22±0,61	0,44	0,29±0,01	15,18±0,32	0,02	0,83±0,03	1,94±0,05	0,43	4,1	
	Середній	15,12±0,33	34,31±0,65	0,44	0,51±0,02	16,03±0,35	0,03	0,44±0,02	2,24±0,05	0,20	3,9	
	Нижній	12,49±0,27	26,28±0,52	0,48	0,22±0,02	13,10±0,28	0,02	0,33±0,01	2,07±0,05	0,16	4,1	
630-2	Верхній	12,17±0,29	27,72±0,51	0,44	0,26±0,01	13,48±0,29	0,02	0,74±0,03	1,72±0,04	0,43	4,7	
	Середній	13,42±0,31	30,47±0,59	0,44	0,46±0,02	14,23±0,32	0,03	0,39±0,02	1,99±0,05	0,20	4,2	
	Нижній	11,09±0,26	23,33±0,46	0,48	0,20±0,01	11,63±0,27	0,02	0,29±0,01	1,83±0,05	0,16	4,2	
711-3	Верхній	12,81±0,28	29,18±0,49	0,44	0,27±0,01	14,19±0,33	0,02	0,78±0,03	1,81±0,05	0,43	4,4	
	Середній	14,13±0,31	32,07±0,61	0,44	0,48±0,02	14,98±0,31	0,03	0,41±0,02	2,09±0,05	0,20	4,2	
	Нижній	11,67±0,29	24,56±0,48	0,48	0,21±0,01	12,24±0,29	0,02	0,31±0,01	1,93±0,04	0,16	3,9	

Примітка: Р./В. – співвідношення рухомої форми до валового вмісту (мг/кг), Р.Ф. – рухома форма, В.В. – валовий вміст

невеликій кількості [18]. У працях [11] також було встановлено, що переміщення Pb за профілем ґрунту відбувається у вигляді хелатних сполук.

Вміст сполук Меркурію є незначний, що й можна було очікувати. Вміст сполук Hg може бути зумовленим, як геохімічною особливістю, так і зовнішнім його надходженням на досліджувану територію, хоча відсутність рухомих форм сполук Hg може свідчити про відсутність останнього. На Закарпатті в Хустському районі біля с. Вишково є поклади кіноварі, яка раніше перероблялася з одержанням ртуті. Тому геохімічна міграція цього елементу можлива. Теоретично сполуки Hg можуть надходити до атмосфери при спаленні кам'яного вугілля, при випаровуванні вод з забруднених водойм, тощо. З повітряними масами сполуки Hg можуть переноситися та відкладатися на ґрунті в окремих районах. Сполуки Hg добре сорбуються у верхніх шарах горизонту різних типів ґрунтів суглинистого механічного складу. Міграція сполук Hg за профілем та вимивання за межі ґрунтового профілю в таких ґрунтах незначна [18].

У роботах [3,15,16] показано, що підвищення кислотності ґрунтового розчину може істотно впливати на рухомість у ґрунті багатьох хімічних елементів, у тому числі токсичних, тим самим активізуючи перехід їх у рослини та міграцію за профілем ґрунту. У кислих ґрунтах (pH<6,5) рухомість таких елементів, як Zn, Cu та ін., значно збільшується. Однак здійснені нами дослідження показують, що актуальна кислотність ґрунтів Національного природного парку «Зачарований край» є високою, тому для компонентів, які мають зовнішнє надходження, зокрема сполук Pb, спостерігається високий вміст рухомих форм. Це можна пояснити тим, що неорганічні сполуки Pb в кислому середовищі переходять у рухомі форми, які зв'язуються з гуміновими та фульвокислотами:



Для інших металів такої суттєвої відмінності не спостерігається, що, очевидно, зумовлено формою перебування цих металів та їх зв'язування в стійкі сполуки. Відмінність висот точок пробовідбору є незначною, а за рахунок охоплення значної площі результати можна перенести на всю територію НПП. Це дозволяє усереднити результати досліджень і прийняти їх за еталонне значення для оцінки стану ґрунтів регіону за показниками стану ВМ. Результати представлені на діаграмі (рис. 2).

Таке усереднення дозволить використати ці результати для паспортизації та картографування даної території, а також при екологічному природоохоронному інспектуванні та екологічному аудиті території району, зокрема при оцінці стану ґрунтів.

Висновки. Результати проведення фонових моніторингу вмісту сполук ВМ у ґрунтах НПП «Зачарований край» показали відносну стабільність геохімічної обстановки території, а розподіл металів носить рівномірно-акумулятивний характер. Встановлено, що вміст сполук Zn, Cu, Cd, Hg зумовлений геохімічними особливостями даного регіону, а вміст Pb антропогенним його надходженням.

Усереднені дані по розподілу вмісту ВМ у ґрунтових горизонтах прийняті за еталонні значення при оцінці ґрунтів території району, при природоохоронному інспектуванні та паспортизації даної території.

Література

1. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Методические рекомендации. – Сумы: АО «Селми», 1997. – 36 с.
2. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов I-IV групп / Под ред. В.А.Филова. – Л.: Химия, 1988. – 512 с.
3. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Сает, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
4. Глазовская М.А. Методические основы эколого-геохимической устойчивости почв к техногенным воздействиям / М.А.Глазовская. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 102 с.
5. ГОСТ 17.4.3.01 – 83. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. Введен в действие 01.07.1984.
6. ГОСТ 26927-86. Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути. Введен в действие 25.06.1986.
7. Дмитрук Ю. М. Особливості вмісту та розподілу важких металів у ґрунтах / Ю.М. Дмитрук, І.І. Назаренко, М.М. Тураш, П. Г. Назарок // Ґрунтознавство. – 2005. – Т. 6, – № 1–2. – С 53-61.

Таблиця 2

**Результати визначення валового вмісту, рухомих форм ВМ (Pb, Hg) у ґрунтах
Національного природного парку «Зачарований край» (n=6; P=0,95)**

Точки та висоти над рівнем моря	Шар ґрунту	Вміст важких металів в мг/кг						pH
		Pb мг/кг			Hg мг/кг			
		Р.Ф.	В.В.	Р./В.	Р.Ф.	В.В.	Р./В.	
760-1	Верхній	13,84±0,28	17,52±0,35	0,79	н/в	0,14±0,01	н/в	4,1
	Середній	10,40±0,23	14,36±0,29	0,72	н/в	0,16±0,01	н/в	3,9
	Нижній	3,63±0,06	11,52±0,26	0,31	н/в	0,12±0,01	н/в	4,1
630-2	Верхній	12,28±0,29	15,55±0,30	0,79	н/в	0,12±0,01	н/в	4,7
	Середній	9,23±0,27	12,75±0,27	0,72	н/в	0,14±0,01	н/в	4,2
	Нижній	3,22±0,07	10,23±0,24	0,31	н/в	0,10±0,01	н/в	4,2
711-3	Верхній	12,93±0,29	16,37±0,33	0,79	н/в	0,13±0,01	н/в	4,4
	Середній	9,72±0,25	13,42±0,28	0,72	н/в	0,15±0,01	н/в	4,2
	Нижній	3,39±0,08	10,77±0,26	0,31	н/в	0,11±0,01	н/в	3,9

Примітка: Р./В. – співвідношення рухомої форми до валового вмісту (мг/кг),

Р.Ф. – рухома форма (мг/кг), В.В. – валовий вміст (мг/кг), н/в – не виявлено.

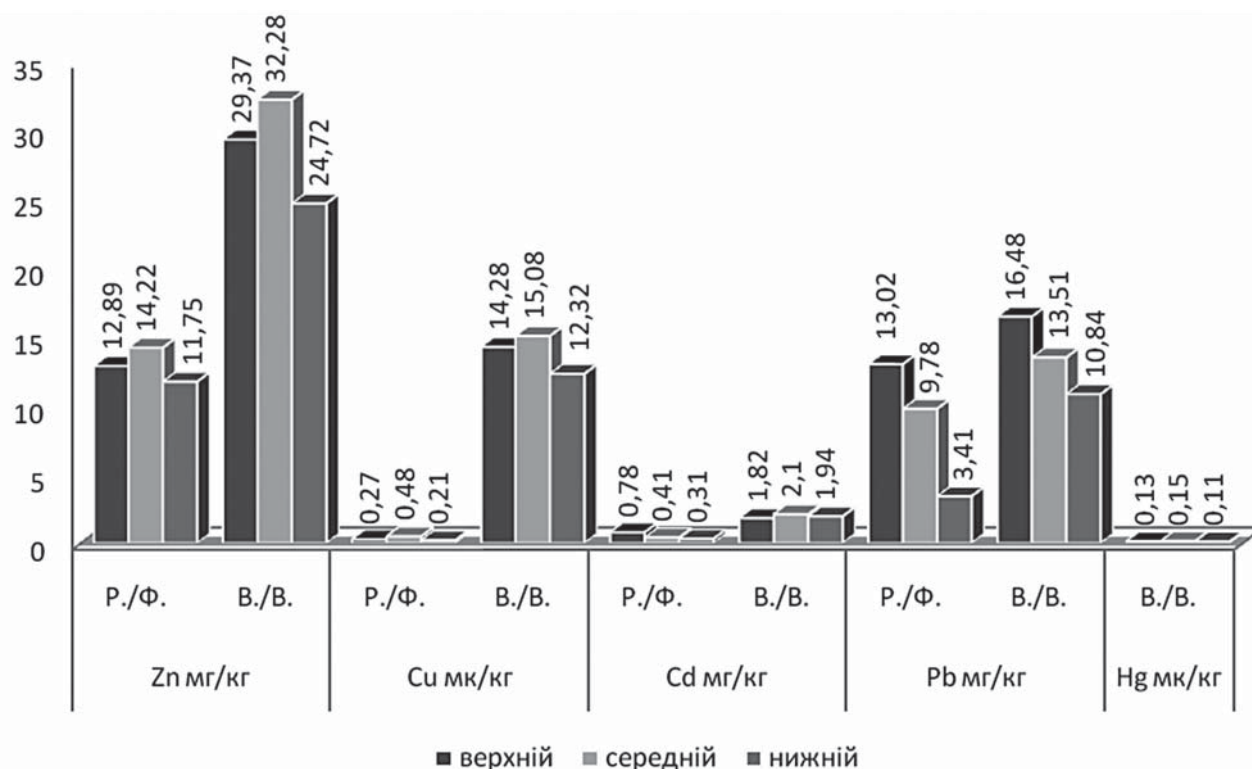


Рис. 2. Середньоарифметичні дані по валовому вмісту та рухомих форм ВМ в Національному природному парку «Зачарований край» (мг/кг) (діаграма)

Примітка: Р./В. – співвідношення рухомої форми до валового вмісту (мг/кг),

Р.Ф. – рухома форма (мг/кг), В.В. – валовий вміст (мг/кг)

8. Жемела Г.П. Вміст важких металів у ґрунті та зерні ярого ячменю залежно від внесення мінеральних добрив / Г.П. Жемела, Ю.М. Барат // Науково-виробничий, фаховий журнал. - Полтава: РВВ Полтавської державної аграрної академії, 2008. – Вип. 4. – С. 179-183.
9. Забруднювачі та їх впливи на екологічно вразливі екосистеми верхнього Потисся. Під редакцією Н. Бойко, Ш. Балаші. – Ужгород-Ніредьгаза, 2008. – 380 с.
10. Засєкін Д.А. Санітарно-гігієнічне значення ґрунту в отруєнні тварин солями важких металів / Д.А. Засєкін // Ветеринарна медицина України. – 2005. – №4. – С. 39-42.
11. Затонская В.М. Некоторые аспекты проблемы загрязнения окружающей и внутренней среды свинцом / В.М. Затонская, Ф.И. Лобанов, Н.В. Макаров // Успехи химии. – 1981. – Т. 1. – Вып. 4. – С. 693–715.
12. Земляний О. А. Особливості накопичення важких металів органами та тканинами мікромамайлій у різних за ступенем забруднення біоценозах / О.А.Земляний // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Медицина. – 2010. – Вип. 1. – Т. 1. – С. 60–65.
13. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М., Введен в действия 10.08.1992. – 61с.
14. Микроэлементы в окружающей среде / Под ред. П.А. Власюка. – Киев: Наукова думка, 1989. – 260 с.
15. Минеев В.Г. Химизация земледелия и природная среда. – М.: Агропромиздат, 1990. – 287 с.
16. Панас Р.М. Ґрунтознавство: навчальний посібник / Р.М. Панас. – Львів: «Новий Світ-2000», 2006. – 372 с.
17. Симонова В.И. Атомно-абсорбционные методы определения элементов в породах и минералах / В.И.Симонова. – Новосибирск: Наука, 1986. – 214 с.
18. Сухарева О.Ю. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Аналіз природних об'єктів харчування». Частина 2. / О.Ю. Сухарева, Я.Р. Базель, С.М. Сухарев. – Ужгород, 2006. – 50 с.
19. Указ Президента України № 343/2009 від 21.05.09 року. О создании национального природного парка «Зачарованный край».

УДК 551.521.2

¹Парлаг О.О., ¹Маслюк В.Т., ¹Потоки І.С., ²Коханюк О.І.

¹Інститут електронної фізики НАН України, м.Ужгород

²Обласна державна лабораторія ветеринарної медицини
в Закарпатській області, м.Ужгород

МОНІТОРИНГ ВМІСТУ ПРИРОДНИХ ТА ШТУЧНИХ РАДІОНУКЛІДІВ У ПОВЕРХНЕВИХ ШАРАХ ҐРУНТУ М. УЖГОРОД

Представлено результати моніторингу вмісту ^{40}K , ^{228}Ac , ^{212}Pb , ^{208}Tl , ^{226}Ra , ^{214}Pb , ^{214}Bi та ^{137}Cs у поверхневих шарах ґрунту міста Ужгород. Виміряні значення питомої активності свідчать про їх сталість у більшості точок пробовідбору та відсутність техногенного забруднення.

Ключові слова: моніторинг, природні та штучні радіонукліди, гамма-спектрометрія, фонові значення питомої активності.

Представлены результаты мониторинга содержания ^{40}K , ^{228}Ac , ^{212}Pb , ^{208}Tl , ^{226}Ra , ^{214}Pb , ^{214}Bi и ^{137}Cs в поверхностных слоях почвы города Ужгорода. Измеренные значения удельной активности свидетельствуют об их постоянстве в большинстве точек пробоотбора и отсутствии техногенного загрязнения.

Ключевые слова: мониторинг, природные и техногенные радионуклиды, гамма-спектрометрия, фоновые значения удельной активности.

© Парлаг О.О., Маслюк В.Т., Потоки І.С., Коханюк О.І., 2013

8. Жемела Г.П. Вміст важких металів у ґрунті та зерні ярого ячменю залежно від внесення мінеральних добрив / Г.П. Жемела, Ю.М. Барат // Науково-виробничий, фаховий журнал. - Полтава: РВВ Полтавської державної аграрної академії, 2008. – Вип. 4. – С. 179-183.
9. Забруднювачі та їх впливи на екологічно вразливі екосистеми верхнього Потисся. Під редакцією Н. Бойко, Ш. Балаші. – Ужгород-Ніредьгаза, 2008. – 380 с.
10. Засєкін Д.А. Санітарно-гігієнічне значення ґрунту в отруєнні тварин солями важких металів / Д.А. Засєкін // Ветеринарна медицина України. – 2005. – №4. – С. 39-42.
11. Затонская В.М. Некоторые аспекты проблемы загрязнения окружающей и внутренней среды свинцом / В.М. Затонская, Ф.И. Лобанов, Н.В. Макаров // Успехи химии. – 1981. – Т. 1. – Вып. 4. – С. 693–715.
12. Земляний О. А. Особливості накопичення важких металів органами та тканинами мікромамайлій у різних за ступенем забруднення біоценозах / О.А.Земляний // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Медицина. – 2010. – Вип. 1. – Т. 1. – С. 60–65.
13. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М., Введен в действия 10.08.1992. – 61с.
14. Микроэлементы в окружающей среде / Под ред. П.А. Власюка. – Киев: Наукова думка, 1989. – 260 с.
15. Минеев В.Г. Химизация земледелия и природная среда. – М.: Агропромиздат, 1990. – 287 с.
16. Панас Р.М. Ґрунтознавство: навчальний посібник / Р.М. Панас. – Львів: «Новий Світ-2000», 2006. – 372 с.
17. Симонова В.И. Атомно-абсорбционные методы определения элементов в породах и минералах / В.И.Симонова. – Новосибирск: Наука, 1986. – 214 с.
18. Сухарева О.Ю. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Аналіз природних об'єктів харчування». Частина 2. / О.Ю. Сухарева, Я.Р. Базель, С.М. Сухарев. – Ужгород, 2006. – 50 с.
19. Указ Президента України № 343/2009 від 21.05.09 року. О создании национального природного парка «Зачарованный край».

УДК 551.521.2

¹Парлаг О.О., ¹Маслюк В.Т., ¹Потоки І.С., ²Коханюк О.І.

¹Інститут електронної фізики НАН України, м.Ужгород

²Обласна державна лабораторія ветеринарної медицини
в Закарпатській області, м.Ужгород

МОНІТОРИНГ ВМІСТУ ПРИРОДНИХ ТА ШТУЧНИХ РАДІОНУКЛІДІВ У ПОВЕРХНЕВИХ ШАРАХ ҐРУНТУ М. УЖГОРОД

Представлено результати моніторингу вмісту ^{40}K , ^{228}Ac , ^{212}Pb , ^{208}Tl , ^{226}Ra , ^{214}Pb , ^{214}Bi та ^{137}Cs у поверхневих шарах ґрунту міста Ужгород. Виміряні значення питомої активності свідчать про їх сталість у більшості точок пробовідбору та відсутність техногенного забруднення.

Ключові слова: моніторинг, природні та штучні радіонукліди, гамма-спектрометрія, фонові значення питомої активності.

Представлены результаты мониторинга содержания ^{40}K , ^{228}Ac , ^{212}Pb , ^{208}Tl , ^{226}Ra , ^{214}Pb , ^{214}Bi и ^{137}Cs в поверхностных слоях почвы города Ужгорода. Измеренные значения удельной активности свидетельствуют об их постоянстве в большинстве точек пробоотбора и отсутствии техногенного загрязнения.

Ключевые слова: мониторинг, природные и техногенные радионуклиды, гамма-спектрометрия, фоновые значения удельной активности.

© Парлаг О.О., Маслюк В.Т., Потоки І.С., Коханюк О.І., 2013

The results of gamma-spectroscopic measurement of the ^{40}K , ^{228}Ac , ^{212}Pb , ^{208}Tl , ^{226}Ra , ^{214}Pb , ^{214}Bi and ^{137}Cs content in the surface soil probes of Uzhgorod area are presented. Measured values of specific activities show their stability in the most of sample points and absence of technological pollution.

Key words: monitoring, natural and artificial radionuclide, gamma-spectrometry, background activity, specific activity.

Актуальність теми. Глобальна середньорічна доза іонізуючого випромінювання на населення складає 2,8 мЗв. Понад 85% (2,4 мЗв) припадає на природні джерела радіоактивності, а саме від розпаду природних радіонуклідів. Основний внесок у зовнішню дозу опромінення населення, яке проживає в містах, створюють радіонукліди ланцюжків розпаду рядів ^{232}Th , ^{238}U та ^{40}K [3, 5]. Тому моніторинг вмісту природних та штучних радіонуклідів у ґрунтах на окремих територіях – актуальна задача. Використовуючи результати вимірювань питомої активності природних радіонуклідів, можна оцінити внесок у середньорічну ефективну дозу для групи населення по зовнішньому опромінюванню.

Результати досліджень. У представленій роботі приведені результати вимірів питомої активності природних радіонуклідів: членів ланцюжків розпаду рядів ^{232}Th (^{208}Tl , ^{212}Pb , ^{228}Ac), ^{238}U (^{214}Pb , ^{214}Bi) та ^{40}K та техногенного ^{137}Cs , які містяться у поверхневих шарах ґрунту м. Ужгород.

Відбір проб ґрунту проводився у 37 точках зон, які мають різне техногенне навантаження, у 2010–2012 роках. Точки відбору проб представлені на мапі (рис. 1). Проби висушувалися до повітряно-сухого стану. З них видалялися сторонні включення (каміння, коріння рослин і т.п.) та розтиралися до 100–200 меш і розміщувалися у стандартних герметичних контейнерах з пластмаси товщиною 0,1 мм та об'ємом 0,5 дм³, у яких і проводилися їх подальші виміри гамма-активності.

Виміри питомої активності радіонуклідів у пробах ґрунтів проводилися в низькофоновій лабораторії відділу фотоядерних процесів ІЕФ НАН України. Для досліджень використовувався сертифікований гамма-спектрометричний комплекс «SBS-40» з коаксіальним напівпровідниковим Ge(Li) детектором, який знаходився в комбінованому захисті, що дозволяло зменшити власний фон відносно фонових умов лабораторії [1].

Калібрувальні виміри залежності ефективності реєстрації від енергії гамма-квантів проводилися з застосуванням атестованих об'ємних радіоізотопних джерел. Роздільна здатність спектрометра становила 3,5 кеВ для лінії ^{60}Co (1332,2 кеВ).

Ефективність реєстрації гамма-квантів задавалася співвідношенням:

$$\ln \varepsilon = a_1 \frac{\ln E}{E_0} + a_2 \left(\frac{\ln E}{E_0} \right)^2 + a_3 \left(\frac{\ln E}{E_0} \right)^3 - \frac{a_4}{E_\gamma}, \quad (1)$$

де $E_0 = 1$ кеВ, $a_1 = -0.190909$, $a_2 = -0.219507$, $a_3 = 4421.445000$, $a_4 = 0.016064$, $E_\gamma = 1.844209$.

Виміри активності проб проводилися в однакових геометричних умовах. Час виміру становив 20000 секунд. Під час проведення вимірів здійснювався контроль роботи спектрометричного комплексу по наступних параметрах: дрейф каналів, роздільна здатність та ефективність реєстрації випромінювання гамма-квантів. Зміна вказаних параметрів протягом часу вимірів не перевищувала 1 %. Статистична похибка вимірюваних інтенсивностей фотопіків не перевищувала 8 ÷ 10 %.

Значення питомої активності гамма-активних радіонуклідів в поверхневих шарах ґрунту в м. Ужгород представлені в таблиці 1.

Порівняння отриманих значень з результатами аналогічних досліджень, проведених у 2011 р. [2], вказують на сталість їх чисельних значень практично для всіх точок відбору.

З отриманих значень питомої активності, проведена оцінка середньорічної ефективної дози [3] для населення м. Ужгород по зовнішньому опромінюванню (рис. 2). На цьому ж рисунку представлені значення середньорічної ефективної дози для країн Європи [4].

Середнє значення поглиненої дози за період 2010–2012 років дорівнює $32,0 \pm 1,9$ нГр год⁻¹, середнє значення індексу зовнішньої небезпеки від природних радіонуклідів 0,18 та середнє значення середньорічної ефективної дози $3,9 \pm 0,3$ Зв 10^{-5} .

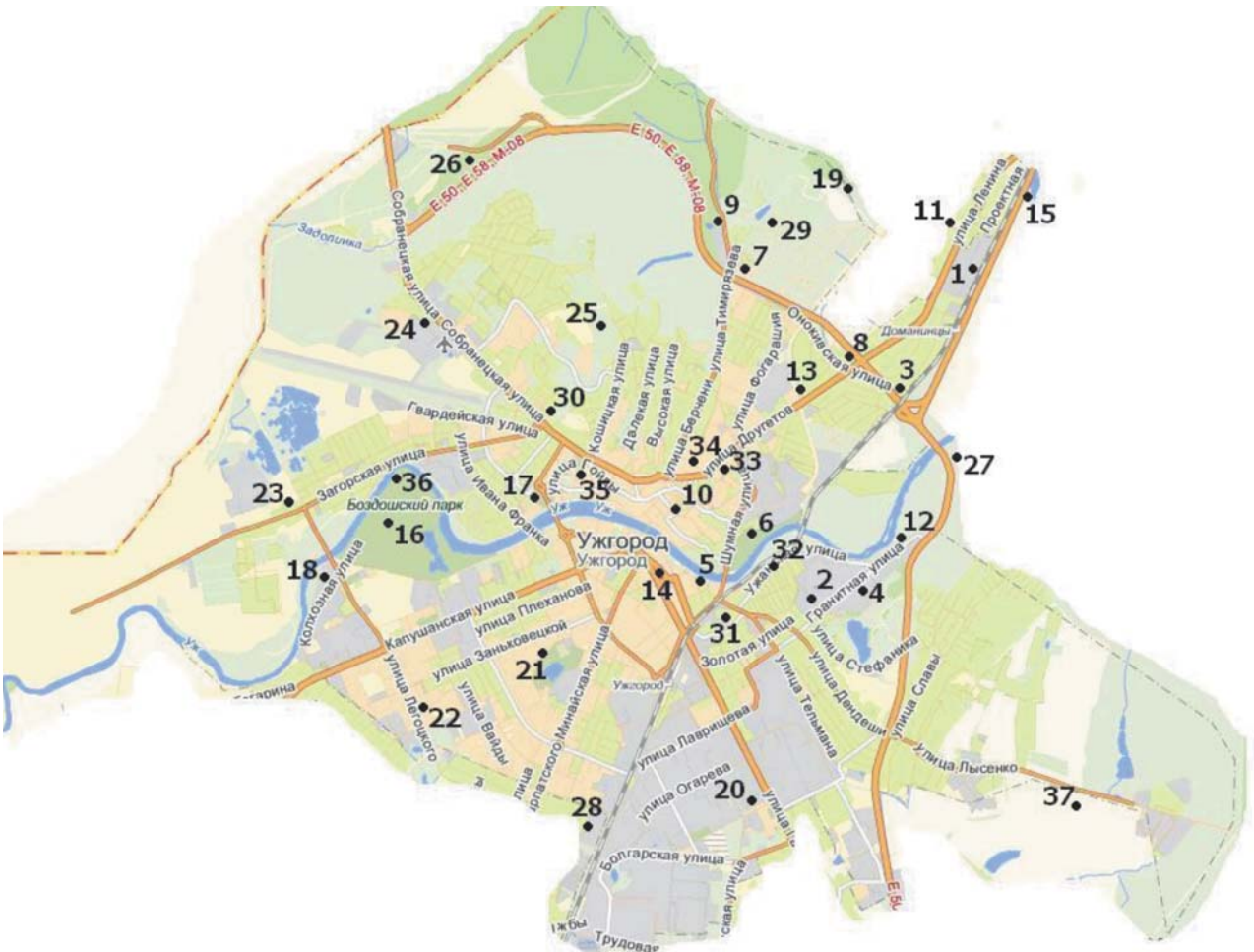


Рис. 1. Точки відбору проб у місті Ужгород

Таблиця 1

Значення питомої активності γ -активних радіонуклідів в поверхневих шарах ґрунту в м. Ужгород

	2010 p.			2011 p.			2012 p.		
	мін.	мак.	сер.	мін.	мак.	сер.	мін.	мак.	сер.
²²⁶ Ra	25,9	119,9	58,8	21,3	91,5	57,4	37,3	131,2	68,7
²¹² Pb	3,2	34,3	21,1	5,7	40,4	21,4	14,0	61,4	26,1
²²⁸ Ac	15,8	121,6	32,0	14,6	44,6	21,7	10,5	36,8	25,1
²¹⁴ Pb	13,1	26,0	18,4	9,3	26,5	16,9	14,0	31,0	23,2
²⁰⁸ Tl	4,6	9,5	7,2	3,2	18,9	7,5	3,8	12,7	7,9
²¹⁴ Bi	11,8	22,9	17,0	9,6	30,2	16,4	13,3	30,8	23,0
¹³⁷ Cs	1,6	10,2	4,3	2,8	13,3	6,7	1,9	14,8	6,2
²²⁸ Ac	14,8	33,4	23,0	13,5	37,9	21,5	14,4	34,0	24,8
⁴⁰ K	198,3	355,0	282,9	154,5	412,8	274,2	232,1	484,9	310,4
²⁰⁸ Tl	6,9	13,1	9,6	5,4	14,5	9,0	6,3	17,6	10,7

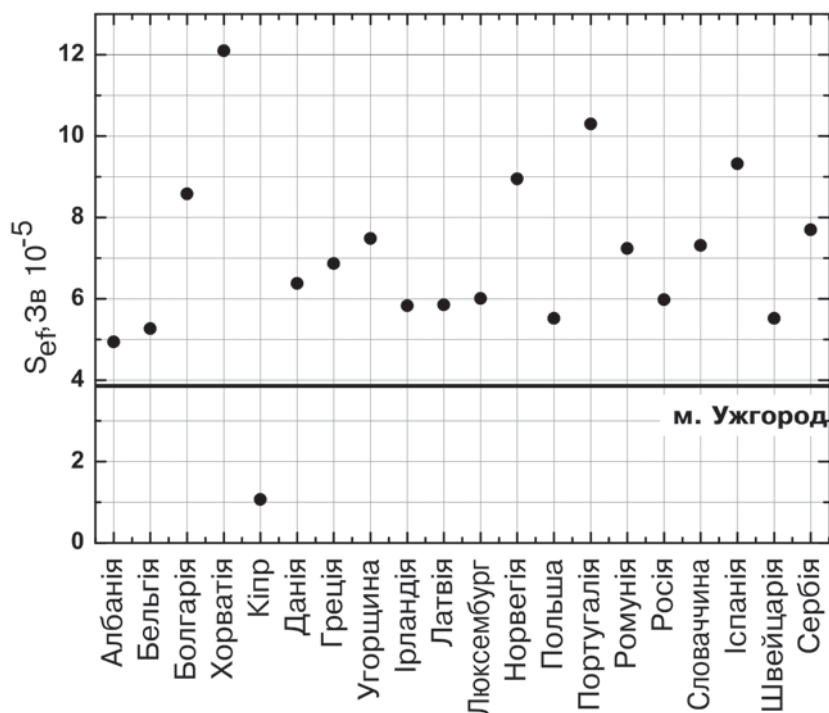


Рис. 2. Середньорічна ефективна доза. Лінія – м. Ужгород, точки – країни Європи

Висновки. Проведено виміри питомої активності ланцюжків розпаду радіонуклідів рядів ^{232}Th (^{208}Tl , ^{212}Pb , ^{228}Ac), та ^{238}U (^{214}Pb , ^{214}Bi) і ^{40}K також техногенного ^{137}Cs у пробах поверхневих шарів ґрунту м. Ужгород, відібраних для аналізу протягом 2010–2012 років.

Встановлено середні фонові значення питомої активності для природних радіонуклідів: ^{40}K $\sim 289,2 \pm 11,9$ Бк кг^{-1} , ^{232}Th (по ^{228}Ac) $\sim 23,1 \pm 2,0$ Бк кг^{-1} та ^{226}Ra (по ^{214}Bi) $\sim 18,8 \pm 1,2$ Бк кг^{-1} . Порівняння отриманих значень питомої активності з результатами аналогічних досліджень, проведених у 2001, 2006 - 2011 роках, вказують на сталість їх значень практично для всіх точок.

Проведено оцінки значень поглиненої дози, індексу зовнішньої небезпеки від природних радіонуклідів та ефективної дози для м. Ужгород протягом 2010–2012 років. Середнє значення поглиненої дози за цей період $32,0 \pm 1,9$ нГр год^{-1} , середнє значення індексу зовнішньої небезпеки від природних радіонуклідів 0,18 та середнє значення середньорічної ефективної дози дорівнює $3,9 \pm 0,3$ Зв 10^{-5} .

Література

1. Парлаг О. Практика екологічного моніторингу гамма-активних нуклідів Закарпаття // Тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції «І Всеукраїнський з'їзд екологів». 4-7 жовтня 2006 р. / О. Парлаг, В. Маслюк. – Вінниця. – С. 173.
2. Потокі І.С. Моніторинг вмісту природних та техногенних радіонуклідів у поверхневих шарах ґрунту міста Ужгород. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Фізика. № 30. – 2011. – С. 181–187.
3. R. Baldık • H. Aytekin • M. Erer Radioactivity measurements and radiation dose assessments due to natural radiation in Karabük (Turkey). Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Vol. 289. – 2011. p. 297–302.
4. Dragović S., L. Mandić, M. Momčilović, A. Onjia Population doses from terrestrial gamma exposure in Serbia. Arch Oncol; 15(3-4). – 2007, p. 78-80.
5. H. Orabi, A. Al-Shareaif, M. El Galefi Gamma-ray measurements of naturally occurring radioactive sample from Alkharje City. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Vol. 269. – 2006. p. 99–102.

ЕКОЛОГІЯ ФІТОСФЕРИ

УДК 633.12:631•95

Олійниченко Л.С., Лезенко Г.О., Вдовенко О.П.
Університет сучасних знань, м. Київ

ВПЛИВ ХІМІЧНИХ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ РОСЛИН НА ПОПУЛЯЦІЮ БДЖІЛ

Вивчено вплив хімічних засобів захисту рослин на популяцію бджіл. Розроблено спосіб визначення впливу концентрації та кількості агрохімікатів на життєвий цикл бджолиних сімей.

Ключові слова: бджолині сім'ї, пестициди, інсектициди, фунгіциди, популяція, сільське господарство, Україна, хімічний токсикоз.

Изучено влияние химических средств защиты растений на популяцию пчел. Разработан способ определения влияния концентрации и количества агрохимикатов на жизненный цикл пчелиных семей.

Ключевые слова: пчелиные семьи, пестициды, инсектициды, фунгициды, популяция, сельское хозяйство, Украина, химический токсикоз.

The effect of crop protection chemicals on the population of bees. The way of determining the concentration and quantities of agrochemicals on the life cycle of bees.

Keywords: bee family, pesticides, insecticides, fungicides, population, agriculture, Ukraine, chemical toxicosis.

Актуальність теми. Зникнення бджіл з нашої планети може посилити продовольчу кризу, яка вже почалася. Про це попереджає сільськогосподарський банк Rabobank. Всесвітній фонд захисту бджіл повідомляє, що можливими скороченнями бджолиної популяції можуть бути: порушення харчування, хімічні засоби захисту рослин, патогенні мікроорганізми, імунодефіцит, кліщі, грибки, бджільницька практика і електромагнітне випромінювання. Але без добрив навряд чи можна обійтися, адже населення Землі постійно збільшується, а продуктів харчування не вистачає. Rabobank пропонує заборонити застосування пестицидів, хоча б в денний час, коли бджоли безпосередньо займаються збором пилку [4].

Аналіз виконаних досліджень. Нами було проведено аналітичне дослідження щодо впливу різноманітних чинників (розподіл територій під бджільництво, відстань до посівів сільськогосподарських культур та їх видів, застосування і тип пестицидів, концентрація бджолосімей залежно від територій тощо) на збереження популяції бджіл. Для України проблема бджільництва є значно гострішою і болючішою, тому що 90% пасік є приватними і здебільшого аматорськими, а законодавство недостатньо регулює та захищає цю галузь сільського господарства. Навіть не зважаючи на те, що Україна – одна з провідних держав світу, яка забезпечує виробництво достатньої кількості меду, воску, квіткового пилку, прополісу, маточного молочка, бджолиної отрути для потреб населення харчової, медичної, парфумерно-косметичної та інших галузей і експорту. У світі Україну визнають як батьківщину культурного бджільництва, заснованого працею П.І. Прокоповича.

Головна ж особливість збереження популяції бджіл полягає у тому, що саме бджоли здійснюють запилення 85-90% ентомофільних сільськогосподарських культур і лише 10–15% запилюють інші комах. Це особливо важливо для України, де понад 70% території знаходиться під сільськогосподарськими угіддями, а основними сільськогосподарськими культурами, що вирощуються, є ріпак, соняшник, гречка, баштанові, люцерна та конюшина червона, окрім того це ще й запилення тепличних і плодкових культур [1].

У період збору нектару й пилку бджоли стають досить уразливою мішенню при надходженні в біоценози пестицидів. Щоб запобігти негативному впливу засобів захисту рослин на бджільництво і втрати врожаю в рослинництві від недоліку запилюників, у цей час всі пестициди проходять токсико-

логічну оцінку відносно медоносних бджіл. Інтенсивно вивчається їхній вплив на основні біологічні й господарські характеристики родин.

Істотно впливають на бджіл інсектициди. На частку цієї групи доводиться близько 95% випадків хімічного токсикозу комах-запильників. До 4% випадків інтоксикації викликають препарати для придушення бур'янів і 1% припадає на інші отрутохімікати (рис. 1).

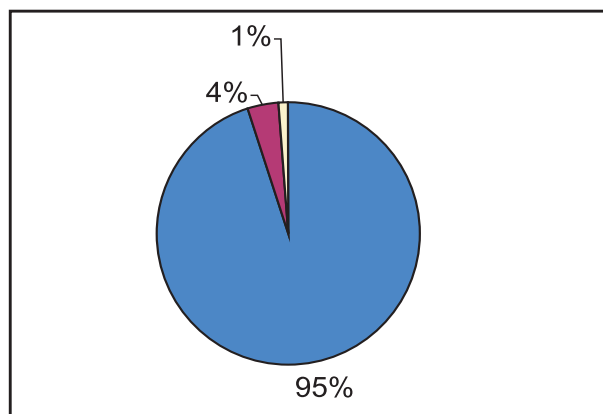


Рис. 1. Розподіл впливу засобів захисту рослин на бджільництво

У список пестицидів і агрохімікатів включені 146 найменувань торговельних марок хімічних препаратів інсектицидної й інсекто-акарицидної дії. З них 86 віднесені до 1-го класу небезпеки, 7 – до 2-го, 5 – до 3-го. І тільки один інсектицид і три акарициди віднесені до 4-го класу небезпеки. У порівнянні з хімічними, біологічні інсектициди характеризуються найбільш вираженою селективністю, тому вони, як правило, нетоксичні для бджіл і інших комах-запильників. Звичайно, у межах даної групи існують розбіжності, засновані на біологічних особливостях ентомопатогенних мікроорганізмів-продуцентів, а також обумовлені токсичними властивостями наповнювачів.

Налічується близько 100 препаратів для придушення бур'янів, з них 59 віднесені до 1-го класу не-

безпеки, 10 – до 3-го, інші – до 4-го. Відомо, що гербіциди побічно впливають на трофічні зв'язки компонентів біоценозів. Наприклад, вони можуть впливати на комах, у тому числі на медоносних бджіл, знищуючи їхні кормові рослини або змінюючи обмін речовин в ентомофільних рослинах, а також впливати на якість корму [2].

Найбільш істотно гербіциди впливають на бджіл при потраплянні безпосередньо на комах або на віночки квіток нектаро- і пилюконосів. Оскільки квітучі рослини гербіцидами не обробляють, небезпека виникає при зносі препаратів після кроплення з оброблюваних ділянок на станції, відвідувані бджолами. Негайне закладення препарату в ґрунт дозволяє уникнути цього. Інтоксикація бджіл гербіцидами може виникнути також при зборі з оброблених рослин крапельок води й нектару, а також пилюки й води з рослин, на які препарати зносяться з оброблених ділянок.

Для 23 фунгіцидів, як і для біологічних препаратів з фунгіцидною активністю, клас небезпеки не зазначений. При використанні фунгіцидів бджіл варто ізолювати на одну добу для профілактики потрапляння препарату з нектаром у гніздо. З 54 препаратів, застосовуваних як регулятори росту й розвитку рослин, майже половина віднесена до 1-го класу небезпеки, до 2, 3 і 4-го – відповідно 0, 1 і 7. Для 18 препаратів клас небезпеки не визначений. Зазначена група, а також дефоліанти мало досліджені відносно токсичності для медоносних бджіл.

Щоб запобігти отруєнню бджіл, необхідно виробити стратегію попередження їхньої інтоксикації. Найбільш прийнятна стратегія, заснована, по-перше, на розумінні значимості медоносних бджіл як запильників, тобто фактора, що підвищує врожайність сільськогосподарських культур, і, по-друге, на сприянні безпечному застосуванню пестицидів. Дуже важливо дотримуватися правил застосування препаратів з урахуванням класу небезпеки. Відповідно до екотоксикологічної оцінки, всі пестициди розбиті на чотири класи небезпеки:

1 – високонебезпечні для бджіл пестициди. Екологічні регламенти: прикордонно-захисна зона для бджіл не менш 4 км; обмеження польоту 4–5 діб;

2 – середньої небезпеки для бджіл пестициди. Прикордонно-захисна зона для бджіл не менш 3–4 км, обмеження польоту 2–3 діб;

3 – малонебезпечні для бджіл пестициди. Прикордонно-захисна зона для бджіл 2–3 км, обмеження польоту 1–2 діб;

4 – практично безпечні для бджіл пестициди. Прикордонно-захисна зона для бджіл не менш 1–2 км, обмеження польоту 6–12 год.

Проводячи дослідження за розвитком бджолиних сімей на одній із пасік Черкащини, ми звернули увагу на те, що бджоли дуже чутливі до різних використовуваних у сільському господарстві хімічних засобів захисту рослин, а також до перенасичення ґрунтів мінеральними добривами, що позначається на нектаропродуктивності рослин. Досліджуваною породою бджіл є українська степова порода, що характерна для території центральної України. Перш за все відмітимо характерні дані розміщення пасіки, та характеристики її медозбірної площі. Пасіка займає площу 0,3 га і розміщена на території фруктовому саду, в безпосередній близькості знаходяться сільськогосподарські поля, що становлять 70–85 % площі медозбору (100–150 м від пасіки), а також до неї входять лісосмуги (100–800 м), пасовища (500–800 м), акацієві насадження (50–75 м, 0,7 га), ліс (2,5 км) [3].

Отже, найближчими медоносними угіддями є сільськогосподарські поля, які щороку потерпають від надмірного використання хімічних засобів захисту рослин.

Ми звернули увагу на те, що:

- в роки, коли поля дуже інтенсивно обробляються пестицидами та гербіцидами, спостерігається значний замор бджіл (до 45%), внаслідок хімічного токсикозу, навіть, якщо поля засіяні не бджолозапильними культурами;
- якщо обробіток сільськогосподарських культур проводиться невчасно, на початку цвітіння або ж в період найінтенсивнішого збору пилку та нектару, бджоли втрачають цікавість до даних угідь, що призводить до зниження урожаю;
- якщо обробіток проводиться вчасно, а доза пестицидів чи гербіцидів перевищується, але не досягає летальної, то в сім'ях гине розплід, який вигодовується пилком і медом, зібраним із оброблених рослин.

Висновки. Тому на основі вище викладеного, а також аналізуючи проблеми бджільництва загальною на території України, ми дійшли висновку, що для збереження популяції бджіл, для їх захисту від надмірного хімічного впливу та для збільшення врожаїв сільськогосподарських культур необхідно створювати умови однаково вигідні і фермерам і пасічникам. Необхідно шукати компроміси, які б допомагали, не шкодячи бджолам, збільшувати врожай. Адже за сучасних умов, як це не дивно, ці дві галузі сільського господарства не можуть розвиватися одна без одної:

- сільське господарство тому, що бджоли запилюють понад 80% сільськогосподарських культур;
- бджільництво через те, що на території України майже 90% медозбірної площі залишається за сільськогосподарськими угіддями.

А в зв'язку з тим, законодавство України недостатньо регулює відносини між сільськогосподарськими виробниками та пасічниками, ця проблема має вирішуватися на добросусідських засадах.

Література

1. Олійниченко Л.С. Можливості застосування продуктів бджільництва для оздоровлення людини. Тези доповідей конференції «Екзистенційні виміри філософсько-антропогенного пізнання: творча спадщина В. Шинкарука» / Л.С. Олійниченко, О.П. Вдовенко. – Київ «Знання», 2011. – С. 355-358.
2. Олійниченко Л.С. Залежність нектаропродуктивності рослин від внесення мінеральних добрив. Біотехнологія ХХІ ст. Тези доповідей VI Всеукраїнської научно-практичної конференції / Л.С. Олійниченко, О.П. Вдовенко, Г.О.Лезенко. – Київ, 2012. – С. 86-87.
3. Олійниченко Л.С. Вплив пестицидів на популяцію бджіл. Міжнародний екологічний форум «Довкілля для України». Формування національної політики збалансованого виробництва і споживання: спільні дії влади, бізнесу і громадськості. Матеріали бізнес-форуму / Л.С. Олійниченко, Г.О.Лезенко, О.П. Вдовенко. – Київ: Центр екологічної освіти та інформації, 2012. – С. 320-324.

ВИКОРИСТАННЯ БІОІНДИКАТОРІВ ДЛЯ ОЦІНКИ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА ПРИКЛАДІ ЧЕРНІВЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Показано, що залежно від анатомо-морфологічних особливостей та місць проростання різні біоіндикатори по-різному накопичують радіонукліди. Ефект акумулювання нуклідів лишайниками досягається за рахунок великої сорбційної поверхні. Забруднення грибів нуклідами тісно пов'язане зі щільністю забруднення ґрунтів, на яких вони проростають.

Ключові слова: біоіндикація, забруднення, біоіндикатор, радіонуклід.

Показано, что в зависимости от анатомо-морфологических особенностей и мест прорастания разные биоиндикаторы по-разному накапливают радионуклиды. Эффект аккумуляции нуклидов лишайниками достигается за счет большой сорбционной поверхности. Загрязнение нуклидами грибов тесно связано с плотностью загрязнения почв, на которых они растут.

Ключевые слова: биоиндикация, загрязнение, биоиндикатор, радионуклид.

Showed various depending accumulating radionuclide's from anatomo-morphological features and germinals of different bioindicators. The effect of nuclides accumulation at cladinas came due to a large sorb surface. Contamination nuclides in mushrooms is the contamination of soils which they germinate on closely associated with a closeness.

Keywords: bioindication, contamination, bioindicator, radionuclide.

Вступ. Зарубіжні та вітчизняні дослідники все частіше рекомендують оцінювати рівні забруднення навколишнього середовища на основі спостережень за біологічними об'єктами, які можуть бути індикаторами забруднень довкілля. Це наштовхує на думку, що рослини, тварини та їх угруповання представляють перспективну галузь біоіндикації через високу чутливість до змін довкілля, що відбуваються під впливом антропогенних чинників. За допомогою рослин і їх угруповань оцінюють дію та наслідки антропогенних впливів: порушення природних ландшафтів, забруднення повітря, водного середовища та ґрунтів; обґрунтовують заходи з організації екологічного моніторингу [2, 3].

Чільне місце серед навантажень, що чинять тиск на ґрунт, рослини, тварин, людей, посідає питання радіоекологічної чистоти довкілля. На сучасному етапі вивчення закономірностей міграції радіонуклідів у природних біогеоценозах велика увага приділяється дослідженням окремих видів рослин, які займають особливе місце в групах тих чи інших рослинних формацій [1, 4].

З цієї точки зору значний інтерес представляють лишайники. В силу своїх еколого-морфологічних особливостей їм належить істотна роль в процесі первинного перехвату і акумуляції радіонуклідів, які поступають на земну поверхню. Лишайники виявились зручним об'єктом для біоіндикації, оскільки завдяки достатньо довгому життєвому циклу, вони можуть відображати стан оточуючого середовища, показуючи своєю присутністю чи відсутністю місце накопичення в екологічних системах різного роду забруднень.

Мета та завдання. Дана робота присвячена дослідженню накопичення радіонуклідів лишайниками та грибами, що ростуть на різних по забрудненості радіонуклідами територіях.

Виклад основного матеріалу. Метод растрового картування з послідовним дослідженням кожного квадрату всіх придатних для лишайників місцезнаходжень добре себе зарекомендував і дозволяє мінімізувати можливість пропуску рослин.

Для нашого дослідження, ми вибрали три основних квадрати міста Чернівці: вул. Нововінницьку з інтенсивним рухом автотранспорту і дві паркові зони – парк «Жовтневий», що знаходиться у житловому масиві міста, і парк по вул. Київській, що знаходиться близько до центральної частини міста. Ці квадрати також відрізняються за щільністю забруднення ґрунту ^{137}Cs : парк «Жовтневий» – $0,12 \text{ Ки/км}^2$, парк по вул. Київській – $0,49 \text{ Ки/км}^2$, вул. Нововінницька – $1,62 \text{ Ки/км}^2$.

У цілому видове різноманіття лишайників зростає з віддаленням від дороги з інтенсивним рухом автотранспорту і від центральної частини міста. Максимальна кількість видів лишайників виявлена в парку «Жовтневий»: лишайники роду *Xanthoria parietina* (L.) Beltr. і роду *Hipogymnia physodes* (L.) Nyl. На території парку по вул. Київській виявлено тільки лишайники роду *Hipogymnia physodes*, а в лісо-смугі по вул. Нововінницькій – *Xanthoria parietina*.

Виявлені в м. Чернівцях лишайники за чутливістю до забруднення повітря відносяться до двох з п'яти класів, що звичайно виділяються. Представники найчутливіших видів на території міста не виявлені. Аналіз співвідношення представників цих класів у тому чи іншому квадраті так, як і кількість видів, дозволяє робити висновки про відносну ступінь забруднення повітря в різних частинах міста. Оскільки в місті відсутні представники лишайників, що відносяться до класу дуже чутливих до забруднення повітря – не виносять домішок діоксиду сірки, продуктів згоряння палива, пилу та інших токсикантів, – можна зробити висновок, що в місті немає ідеально чистих ділянок з нормальною якістю повітря. Дещо більш чисте, в порівнянні з іншими частинами міста, повітря в парку житлового масиву. Для інших районів можна говорити не про чистоту повітря, а про ступінь його забрудненості.

Результати наших досліджень можна використовувати в якості початкової точки для можливих подальших регулярних спостережень за станом ліхенофлори в Чернівцях і висновків про динаміку чистоти повітря в місті.

Оскільки лишайники відрізняються здатністю до накопичення радіонуклідів в кількостях, які в багато разів перевищують їх вміст у середовищі та трав'янистих рослинах (при цьому проявляється селективність по відношенню до радіоактивного ізотопу ^{137}Cs), в ході роботи було проаналізовано накопичення радіонуклідів різними видами лишайників. У таблиці 1 представлені дані про вміст радіонуклідів у різних видах лишайників у м. Чернівці.

Таблиця 1

Вміст радіонуклідів у різних видах лишайників на території м. Чернівці

№	Назва проби	Місце відбору	Вміст радіонуклідів у пробі, Бк/кг		
			Cs-137	K-40	Ra-226
	<i>Xanthoria parietina</i>	вул. П.Кільцева, парк «Жовтневий»	509±52	1680±156	557±48
	<i>Xanthoria parietina</i>	вул. Комарова, парк «Жовтневий»	526±41	1280±131	447±46
	<i>Xanthoria parietina</i>	вул. Нововінницька	838±95	1485±144	762±63
	<i>Hipogymnia physodes</i>	вул. П.Кільцева, парк «Жовтневий»	304±32	3390±350	297±24
	<i>Hipogymnia physodes</i>	вул. Київська, парк	730±86	1540±105	687±71

При аналізі даних таблиці 1 прослідковується певна залежність вмісту радіонуклідів як від місць їх проростання, так і видових особливостей. Так, *Xanthoria parietina*, яка проростає в парку «Жовтневий» і вул. Нововінницька, відрізняються різним вмістом радіонуклідів. Тобто район, який терпить більший антропогенний прес, відповідно впливає на накопичення забруднень лишайниками. Це вказує на те, що ефект акумулювання нуклідів лишайниками досягається головним чином за рахунок великої сорбційної поверхні.

Основна частина накопичених в цих рослинах радіонуклідів потрапляє в них безпосередньо з атмосфери при атмосферних опадах, а також в певній мірі із змивів з крон дерев. Ряд авторів [1, 6] відмічають, що концентрація ^{137}Cs та ^{90}Sr в субстратах, на яких проростають лишайники, в декілька разів менша, ніж у самих лишайниках. Тому говорити про перехід радіонуклідів в ланцюгу ґрунт-рослина

в даному випадку не можна. Лишайники, як правило, покривають ґрунт суцільним шаром і тому при початковому осадженні радіонуклідів в ґрунт практично не потрапляють, а засвоюються живою тканиною і фіксуються в ній на довгі роки.

Із отриманих результатів бачимо, що найбільший вміст ^{137}Cs та ^{226}Ra знаходиться в лишайнику *Xanthoria parietina*, а ^{40}K найбільше в *Hipogymnia physodes*. Це пов'язано з тим, що різні лишайники по-різному, з урахуванням своїх анатомоморфологічних особливостей, накопичують різні радіонукліди. Крім того, калій є аналогом цезію. Ця обставина вказує на те, що поряд з явищем сорбції речовин поверхнею лишайників має значення також їх метаболічна вибірковість.

Таким чином, при використанні лишайників у якості індикаторів стану навколишнього природного середовища необхідно враховувати цілий комплекс структурних і функціональних ознак рослин, а також специфіку кліматичних і екологічних особливостей місць їх проростання.

До числа можливих, але ще недостатньо вивчених біоіндикаторів належать гриби. Цікавість до них пов'язана з тією специфічною роллю, яку відіграють гетеротрофні організми у функціонуванні екосистем при розкладі процесів біотрансформації і перерозподілі речовин у ландшафті. Беручи участь у розкладі мертвої органічної речовини, гриби сприяють поверненню в біологічний кругообіг хімічних елементів і сполук, у тому числі і забруднювачів. При руйнуванні грибами гумусу вивільнюються молекули токсикантів, які можуть негативно впливати на живі організми.

Цікавим було дослідити особливості накопичення радіонуклідів грибною продукцією нашого регіону та прослідкувати особливості переходу в ланцюгу ґрунт–гриби. Дослідження радіоактивного забруднення грибів проводились протягом осені 2011 р. в Сторожинецькому та Заставнівському районах. Щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs в Сторожинецькому районі в межах $0,05\text{--}0,08\text{ Кі/км}^2$, в Заставнівському – на порядок вища ($0,55\text{--}0,91\text{ Кі/км}^2$).

Для досліджень відбирали гриби та ґрунти, на яких вони проростають. Відбір проб та їх підготовка проводились згідно з методиками [5]. Радіоцезій визначали гама-спектрометричним методом, радіостронцій – радіохімічним методом по дочірньому ^{90}Y , який осаджується у вигляді оксалатів з подальшим визначенням активності на малофонової установці.

Результати проведених досліджень приведені в таблицях 2 і 3. Як видно із даних таблиць, відповідно у Сторожинецькому і Заставнівському районах, вміст ^{137}Cs дещо різниться. Причому ця відмінність характерна як для видової приналежності грибів, так і місць проростання.

Таблиця 2

Вміст радіонуклідів у грибах на території Сторожинецького району

№	Вид	Активність, Бк/кг сирової маси	
		Cs-137	Sr-90
1.	Опеньок осінній	$5,4 \pm 0,7$	$< 3,5$
2.	Білий гриб	$13,3 \pm 2,19$	$< 3,5$
3.	Сироїжки	$15,2 \pm 2,43$	$< 3,5$
4.	Моховик зелений	$83,1 \pm 11,22$	$< 3,5$
5.	Маслюк звичайний	$62,0 \pm 8,71$	$< 3,5$

Таблиця 3

Вміст радіонуклідів у грибах, зібраних на території Заставнівського району

№	Назва проби	Місце відбору проб	Активність, Бк/кг	
			Cs-137	Ra-226
	Опеньок справжній	с.Чуньків	$12,8 \pm 3,43$	$< 3,5 \pm 0,45$
	Білий гриб	с.Чуньків	$31,6 \pm 4,81$	$< 3,5 \pm 0,45$
	Маслюк звичайний	с.Чуньків	$243 \pm 31,3$	$3,6 \pm 1,2$
	Моховик зелений	с.Чуньків	$428 \pm 53,4$	$3,8 \pm 1,2$

Слід відмітити, що головним забруднюючим і дозоутворюючим радіонуклідом є ^{137}Cs , аерозолі конденсації якого легкокорозійні, ефективно фіксуються мінералами ґрунту і засвоюються рослинами. Щодо забруднення грибів ^{90}Sr , то воно є незначним і коливається в одиницях чи частках Бк/кг. Щодо

інтенсивності поглинання ^{137}Cs різними видами грибів, то найбільшою активністю відрізняються оховик зелений та маслюк звичайний, як в одному, так і другому районі. Хоча порівнюючи їх активність по районах, слід відмітити їх значну відмінність. Причини такої різниці отриманих результатів стають зрозумілими, якщо порівняти їх із забрудненням радіоцезієм відповідних ґрунтів, на яких вони проростають.

Залежність активності ^{137}Cs в грибах від щільності забруднення підстиляючого ґрунту представлена на рисунку 1.

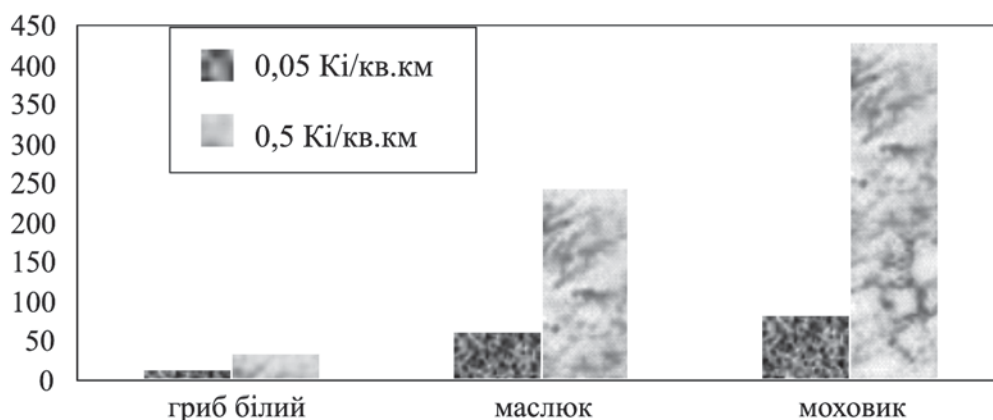


Рис. 1. Залежність активності ^{137}Cs в грибах від щільності забруднення підстиляючого ґрунту

На користь такої залежності вказують результати по накопиченню радіонуклідів лишайниками та грибами. Рівні вмісту ^{137}Cs в лишайниках на порядок вищі, ніж у грибах. Але як підтверджують наші роботи, лишайники накопичують радіонукліди із атмосферних опадів і змивів крон дерев, тоді як головним джерелом надходження радіоактивних продуктів у грибний міцелій є субстрат, тобто ґрунт і лісова підстилка, на якій проростають гриби.

Висновки. Виявлена залежність накопичення радіонуклідів від видових особливостей лишайників та від місць їх проростання і показано, що ефект акумулювання нуклідів лишайниками досягається за рахунок великої сорбційної поверхні. Встановлена пряма залежність між вмістом ^{137}Cs в грибах та щільністю забруднення ним ґрунтів, на яких вони проростають. Інтенсивність поглинання ^{137}Cs залежить від видових особливостей грибів, в першу чергу, від глибини залягання міцелію та умов проростання. Висока селективність у поглинанні ^{137}Cs і невеликий термін життя плодових тіл (до 10 діб) дозволяють рекомендувати гриби як біоіндикатори радіоактивного забруднення повітря.

Література

1. Вдовенко О.П. Лишайники як індикатори стану атмосферного повітря / О.П.Вдовенко, Н.П.Юрченко // Збірник наукових праць ПДАТУ. – 2010. – С. 57–59.
2. Деревец В.В. Радиационно-экологический мониторинг зоны отчуждения / В.В. Деревец, Ю.П. Иванов, В.И. Марченко // Бюллетень экологического состояния зоны отчуждения. – 1996. – № 2. – С. 5–12.
3. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: навч. посібник / В.С. Джигирей. – К.: Т-во «Знання», КОО, 2004. – 309 с.
4. Донець М.П. Ретроспективний аналіз радіоактивного забруднення лісової продукції Чернігівської області / М.П. Донець // Довкілля та здоров'я. – 2004. – № 4. – С. 23–26.
5. Инструкция по отбору и подготовке образцов для радиометрического контроля продукции лесного хозяйства / [Краснов В.П., Орлов А.А., Иркиенко С.П. и др.]. – Киев, 1998. – 21 с.
6. Нифонтова М.Г. О накоплении стронция-90 и цезия-137 лишайниками в природных условиях / М.Г.Нифонтова, М.В.Куликов // Экология. – 1977. – №3. – С. 93–96.

ЕКОЛОГІЯ ДЕМОСФЕРИ І МЕДИЧНА ЕКОЛОГІЯ

УДК 502.22

Стельмахович Г.Д., Ребега М.В., Остафійчук О.В.

*Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

АНАЛІЗ ДИНАМІКИ І СТРУКТУРИ ЗАХВОРЮВАНOSTІ НАСЕЛЕННЯ В ЗВ'ЯЗКУ З ЕКОЛОГІЧНОЮ НЕБЕЗПЕКОЮ У КАЛУСЬКОМУ РАЙОНІ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Викладені дані захворюваності населення Калуського району за останні п'ять років по вікових категоріях та проаналізовано їх причини.

Ключові слова: вікова категорія, серцево-судинні захворювання, хвороби органів дихання, ендокринна система, екологічна ситуація.

Изложены данные заболеваемости населения Калушского района за последние пять лет по возрастным категориям и проанализированы их причины.

Ключевые слова: возрастная категория, сердечно-сосудистые заболевания, болезни органов дыхания, эндокринная система, экологическая ситуация.

Here has been given the data of illness in Kalush district over the past five years divided by age groups and analyzed their causes.

Keywords: age category, cardiovascular diseases, respiratory diseases, endocrine system, the ecological situation.

Актуальність проблеми. Сучасна Україна потерпає від демографічної кризи, зумовленої різким спадом народжуваності. Кількість і структурні зміни населення в країні тісно пов'язана з екологічними проблемами, рівнем економічного розвитку, соціального захисту населення, його здоров'я, освіти.

Основними причинами смертності населення залишаються захворювання системи кровообігу, новоутворення, нещасні випадки, хвороби органів дихання, органів травлення. Важливою проблемою є патологія щитовидної залози, зумовлена дефіцитом йоду в біосфері. У даній роботі проаналізована захворюваність Калуського району Івано-Франківської області за результатами статистичної звітності за 2007–2011 роки по вікових групах. До регіональних захворювань належать такі хвороби: інфекційні, хвороби крові, ендокринної системи, хронічний ревматизм, хвороби органів дихання та травлення, вроджені аномалії, хвороби нервової системи і серцево-судинні захворювання.

Результати досліджень та їх аналіз. На основі даних Калуської міської поліклініки було створено базу даних по дев'яти найпоширеніших захворюваннях, які наведено у таблиці 1, 2, 3 [1]. Далі подано аналіз динаміки і структури захворюваності населення в зв'язку з екологічними проблемами даної території.

Згідно із таблицею 1, у дітей віком 0–14 років найвищого рівня досягають інфекційні хвороби, хвороби крові та ендокринної системи, хвороби органів дихання і травлення. Це спричинено віковим фактором, забрудненням навколишнього природного середовища відпрацьованими газами двигунів автомобілів, кількість яких невинно зростає. На території Калуського району розташовані «Паперова фабрика», завод Вінісіл, ТЕЦ й велике підприємство ТОВ «Карпатнафтохім», до складу якого входять наступні виробництва: ХіК (хлор і каустик), ПВХ (полівінілхлорид), ВХ (вінілхлорид), Поліолефін, Орсіл, Вінісіл, Кислородний цех, які у свою чергу здійснюють велике навантаження на атмосферне повітря. Зокрема, ВХ випускає дихлоритан, який при потраплянні в організм людини не виводиться із нього та призводить до розкладу печінки. Також викиди даного підприємства негативно впливають на органи дихання, викликають шкірні захворювання й алергічні реакції та онкологічні захворювання.

© Стельмахович Г.Д., Ребега М.В., Остафійчук О.В., 2013

Таблиця 1

База даних з розподілу захворювань

№ ч/ч	Найменування хвороб	Діти віком 0-14 років включно (к-сть осіб)				
		2007	2008	2009	2010	2011
1	Інфекційні	116	94,4	98,1	95,9	96,1
2	Хвороби крові	113	101,2	108,5	110,6	105,4
3	Хвороби ендокринної системи	158,5	139,6	142,6	140,3	141,7
4	Хронічний ревматизм	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3
5	Хвороби органів дихання	1204	1190	2115	2150	2100
6	Хвороби органів травлення	216	195,4	207	215,2	210,3
7	Вроджені аномалії	23,4	21,3	24,2	26,7	25,9
8	Хвороби нервової системи	52,1	57,6	58,3	58,8	57,2
9	Серцево-судинні захворювання	—	—	—	—	—
	Всього	2373	2299	2754	2797,9	2736,9

Таблиця 2

Розподіл захворювань дітей

№ ч/ч	Найменування хвороб	Діти віком 15-17 років включно (к-сть осіб)				
		2007	2008	2009	2010	2011
1	Інфекційні	56,2	28,4	34,7	31,2	33,7
2	Хвороби крові	34,2	28,02	26,4	30,5	28,3
3	Хвороби ендокринної системи	248,6	202,4	212,8	217,2	219,1
4	Хронічний ревматизм	--	0,4	0,4	0,6	0,5
5	Хвороби органів дихання	808,3	635,7	792	821,8	838,2
6	Хвороби органів травлення	148,2	112	125,6	118,4	120
7	Вроджені аномалії	5,9	7,2	6,4	6,9	6,7
8	Хвороби нервової системи	96,6	66,8	73,2	89,3	91,2
9	Серцево-судинні захворювання	—	—	—	—	—
	Всього	2663,8	1496,1	1271,5	1296	1318,1

Таблиця 3

Розподіл захворювань дорослих

№ ч/ч	Найменування хвороб	Дорослі 18 років і старші (к-сть осіб)				
		2007	2008	2009	2010	2011
1	Інфекційні	33,5	28,7	25,4	20,4	22,3
2	Хвороби крові	27,6	24,6	20,8	28,3	27,8
3	Хвороби ендокринної системи	101,9	99,8	104,2	101,6	102,4
4	Хронічний ревматизм	4,7	4,6	4,6	4,7	4,7
5	Хвороби органів дихання	439	391,9	380,6	396,7	391,8
6	Хвороби органів травлення	137,8	135,3	133,78	134,2	132,5
7	Вроджені аномалії	5,2	5,2	4,9	5,1	5,2
8	Хвороби нервової системи	49,1	44,8	46,8	41,5	42,7
9	Серцево-судинні захворювання	113,9	118,4	123,1	127,4	132,3
	Всього	1586	1504	844,1	905,8	860,9

У зв'язку з цим хворобам органів дихання належать найвищі показники у всіх вікових категоріях (рис.1). Наприклад, для бронхіальної астми важливе значення має дія зовнішніх та внутрішніх чинників. До зовнішніх чинників належать інфекційні та неінфекційні алергени, забруднення навколишнього природного середовища компонентами вихлопних газів двигунів, радіонуклідів, викидів підприємств токсичних речовин та ін. До внутрішніх чинників належать порушені функції імунної, ендокринної систем, вегетативної іннервації.

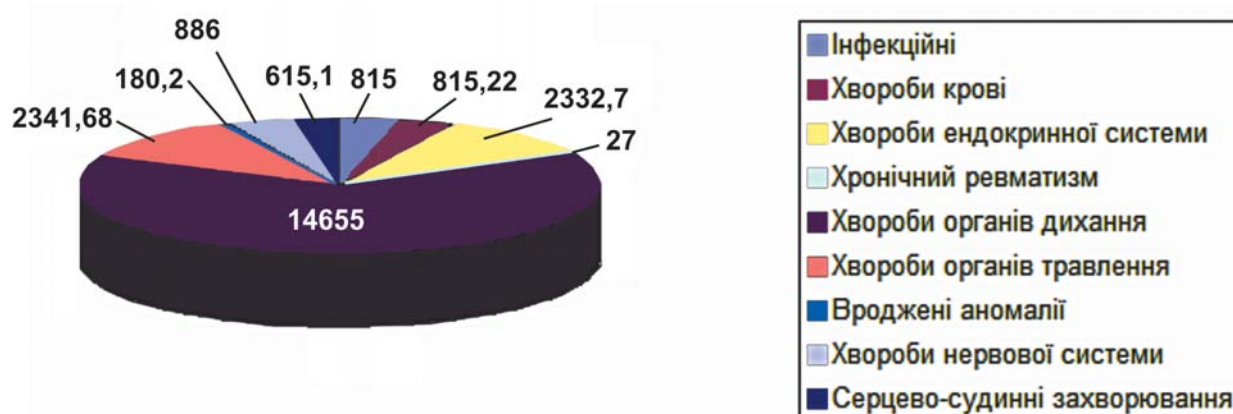


Рис. 1. Захворюваність Калуського району в 2007–2011 рр.

У віковій групі 15–17 років на високому рівні стоять хвороби нервової системи, які досягли найвищого рівня в 2010–2011 рр. Це пов'язано з тим, що в ранньому віці діти починають палити, зловживати алкоголем, що впливає на психіку. Хвороби ендокринної системи також переважають у цій віковій категорії, що свідчить про нестачу йоду в харчових продуктах, що у свою чергу пов'язано з катастрофою на Чорнобильській АЕС. Так, нестача йоду в організмі людини може призвести до гіпотиреозу – гноблення функції щитовидної залози і зниження рівня її гормонів у крові.

Хвороби органів травлення за останні роки залишилися стабільними, проте в порівнянні дітей у віці 0–14 років вони підвищилися, що зумовлено низькою якістю харчових продуктів. Функціональні і органічні порушення діяльності кишечника супроводжуються порушенням обміну речовин, які зумовлюють патологію травлення системи, знижують працездатність населення.

У віковій групі 18 років і старші перше місце посідають хвороби серцево-судинної системи. Як видно із таблиці 3, за останні роки вони значно зросли. Смертність від хвороб серця та системи кровообігу в Україні займає перше місце і в 2–3 рази вища ніж у країнах ЄС та світу, при чому в нашій країні вмирають від цих захворювань не тільки частіше, але й раніше. Це пов'язано з наявністю чинників ризику, основними серед яких є підвищений артеріальний тиск, ведення нездорового способу життя, недостатня фізична активність, нераціональне харчування, стреси пов'язані із втратою роботи, нестабільною економічною ситуацією та ін.

Також доросле населення більше хворіє на ревматичні хвороби в порівнянні із попередніми категоріями. Серед них: ревматоїдний артрит, поліартрит, остеохондроз, остеопороз, які є небезпечними, особливо для людей старшого віку. Це свідчить про нестачу кальцію в організмі та вітамінів, які є важливими для людини. Ці хвороби призводять навіть до інвалідності. Серед дорослого населення захворювання на інфекційні хвороби зменшились. Хвороби органів дихання в порівнянні із категоріями 0–14, 15–17 років знаходяться на значно нижчому рівні і залишаються майже стабільними.

Висновки. Отже, із бази даних захворювання населення Калуського району Івано-Франківської області видно, що перше місце посідають хвороби органів дихання серед дітей та підлітків. Слідом ідуть хвороби ендокринної системи, хвороби органів травлення та хвороби крові. Серцево-судинні захворювання мають високі показники серед дорослого населення, як в регіоні, так і в Україні. Таким чином, основними причинами захворювання та смертності населення є негативна екологічна ситуація даного району.

Література

1. Статистичний збірник. – К., 2010. – Ч. – 365 с.

УДК 351.773

*Кундельська Т. В., Грималюк О. В., Ребега М. В.
Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ НІТРАТІВ У ВОДІ ТА ПРОДУКТАХ ХАРЧУВАННЯ МІСЬКИХ ЖИТЕЛІВ

У статті викладені результати дослідження вмісту нітратів у продуктах харчування та воді. Вимірювання проводилися в лабораторії кафедри екології за допомогою Нітратоміра Н-401. Виконано порівняльний аналіз отриманих результатів щодо вмісту нітратів у продуктах харчування та воді міських жителів за українськими стандартами.

Ключові слова: нітрати, ГДК, продукти харчування, вода, метгемоглобінемія.

В статье изложены результаты исследования содержания нитратов в продуктах питания и воде. Измерения проводились в лаборатории кафедры экологии с помощью Нитратомера Н-401. Проведен сравнительный анализ полученных результатов по содержанию нитратов в продуктах питания и воде городских жителей по украинским стандартам.

Ключевые слова: нитраты, ПДК, продукты питания, вода, метгемоглобинемия.

In this article the results of nitrates in food and water, measurements were conducted in the laboratory of the Department of Ecology through the device Nitrate sensor N-401. The comparison analysis of the results of nitrates in food and water for urban residents Ukrainian standards.

Key words: nitrates, MPC, food, water, methemoglobinemia.

Актуальність теми. У міських жителів часто постає проблема безпечності продуктів харчування і води, яку вони споживають. Як правило ці продукти жителі міста купують в місцевих супермаркетах. Наше дослідження було спрямоване на виявлення в цих продуктах нітратів та формуванні рекомендацій щодо їх зменшення, оскільки потрапляння нітратів у організм людини може негативно впливати на її здоров'я.

Нітрати – це солі азотної кислоти, які накопичуються в продуктах харчування і воді при надлишковому вмісті в ґрунтах азотних добрив. Шкідливі для здоров'я є не самі нітрати, а продукти їхнього окислення – нітрити, що утворюються під дією високих температур (кип'ятіння), так і безпосередньо в організмі під впливом мікрофлори шлунково-кишкового тракту.

Нітрити можуть потрапляти в кров, де окислюють еритроцити, утворюючи метгемоглобін, що викликає метгемоглобінемію. Також нітрати та нітрити в організмі людини провокують негативний вплив на нервову, серцево-судинну системи, мають шкідливий вплив на розвиток ембріону, можуть викликати рак шлунку. Метгемоглобінемія – це кисневе голодування, викликане переходом гемоглобіну крові в метгемоглобін, який не здатний переносити кисень.

При вмісті метгемоглобіну в крові близько 15%, з'являється млявість, сонливість, посиніння кінцівок, при вмісті більше 50% – настає смерть. Але в нормальному стані в людини міститься 2% метгемоглобіну в крові. Якщо він зростає до 30%, з'являються симптоми гострого отруєння [1].

Метгемоглобін розкладається в організмі людини ферментом редуктазою, яка відновлює метгемоглобін до гемоглобіну (при умові здорового функціонування шлунково-кишкового тракту). У дітей до 3 місяців цей фермент не виробляється, тому найнебезпечніше отруєння дітей у цьому віці.

Методика і результати досліджень. Дослідження на вміст нітратів в продуктах харчування проводилися за допомогою Нітратоміра Н-401 [2] на базі лабораторії кафедри екології. Дослідження проводилось одноразово і не мало моніторингового характеру. На першому етапі вимірювався вміст нітратів у картоплі, помідорах та моркві, оскільки ці овочі є найбільш вживаними в осінній період. Дослідження проводилось саме восени. Проби коренеплодів відбирали в найбільших супермаркетах міс-

та, також для порівняння були відібрані зразки культур, вирощених в домашніх умовах. Результати досліджень наведені в таблицях 1–3.

Таблиця 1

Вміст нітратів у картоплі (ГДК = 180 мг/кг [3])

№ з/п	Місце відбору продукту	Масова частка нітратів у картоплі, мг/кг
1	Власна ділянка в с. Лисець	11,4
2	Власна ділянка в м. Калущ	17,4
3	Власна ділянка в с. Старий Лисець	17,9
4	Фермерське господарство с. Негівці	11,4
5	ТЦ «Фуршет»	28,4
6	ТЦ «Вопак»	11,4
7	ТЦ «Велмарт»	135
8	ТЦ «Велес»	133,1
9	ТЦ «Арсен»	166,2
10	ТЦ «Сільпо»	41,5

Таблиця 2

Вміст нітратів у помідорах (ГДК = 100 мг/кг [3])

№ з/п	Місце відбору продукту	Масова частка нітратів у помідорах, мг/кг
1	Власна ділянка в с. Верхня	11,6
2	ТЦ «Сільпо»	12,8
3	ТЦ «Велмарт»	12,3
4	ТЦ «Вопак»	11,6
5	ТЦ «Фуршет»	11,6
6	ТЦ «Арсен»	11,6

Таблиця 3

Вміст нітратів у моркві (ГДК = 300 мг/кг [3])

№ з/п	Місце відбору продукту	Масова частка нітратів у моркві, мг/кг
1	Власна ділянка в с. Драгомирчани	72,8
2	Власна ділянка в с. Верховина	22,7
3	Центр. ринок, м. Івано-Франківськ	11,4
4	ТЦ «Тростянецький», м. Івано-Франківськ	137,8

У результаті проведених досліджень було виявлено, що вміст нітратів у досліджуваних продуктах харчування не перевищує нормативних показників. Наприклад, у картоплі, яка вирощена в домашніх умовах, вміст нітратів є мінімальним, проте в картоплі, відібраної для дослідження в таких торгових центрах як «Велес», «Велмарт» та «Арсен», вміст нітратів є досить високим. Дослідження вмісту нітратів у помідорах і моркві показало низький вміст у всіх пробах, лише проба, відібрана в торговому центрі «Тростянецький», мала досить високі показники (див. табл. 3).

Для дослідження хрестоцвітних було обрано пробу з центрального ринку міста, а саме редьку сорту Дайкон, тому що методика вимірювання вмісту нітратів у хрестоцвітних відрізняється від методики вимірювання в коренеплодів. У даному зразку було виявлено вміст нітратів у 9413 мг/кг, що є перевищенням ГДК майже у 8 разів [3].

Нітрати потрапляють в організм людини не лише з овочами і фруктами, найбільша кількість їх потрапляє з водою. Тому наступним етапом було вимірювання вмісту нітратів у питній воді. Дослідження показало нам такі результати (табл. 4): у бутильованій і джерельній воді не виявлено жодних перевищень ГДК, а в пробі води, яка була відібрана з криниці в с. Драгомирчани, було виявлено перевищення норми майже в три рази. Це може свідчити про внесення надлишкової кількості азотних добрив на території поблизу джерела водопостачання.

Таблиця 4

Вміст нітратів у воді (ГДК = 45 мг/дм³ [4])

№ з\п	Місце відбору продукту	Масова частка нітратів у воді, мг/ дм ³
1	«Боржомі»	4,5
2	«Кока-кола»	4,5
3	«Фанта»	2
4	«Пістинська»	2
5	Водопровідна вода, м. Івано-Франківськ	7,9
6	Криниця в м. Надвірна	6,8
7	Криниця в с. Драгомирчани	112,8
8	Криниця № 1 с. Ямниця	2
9	Криниця № 2 с. Ямниця	2,1
10	Джерело «Духова криниця»	2

Отже, для зменшення вмісту нітратів у продуктах харчування та воді необхідно дотримуватись таких правил:

- промивати водою та очищувати овочі, що знижує вміст нітратів на 10%;
- замочувати продукти в чистій від нітратів воді в співвідношенні 1:10 впродовж 1 години. Це зменшить вміст нітратів в овочах на 25–30 %;
- бланшувати і відварювати овочі у великій кількості води. Одержаний відвар зливають одразу, тому що при охолодженні частина нітратів повертається в овочі. При нарізанні овочів у відвар переходить більше нітратів. Сам відвар вживати не можна, саме в нього і перейшли нітрати;
- очищувати від лушпиння буряки, моркву, картоплю, що в 2–6 разів підвищує перехід нітратів у воду при відварюванні;
- вимочувати овочі в один відсотковому розчині аскорбінової кислоти, що зменшує вміст нітратів на 36–58%. А вимочування в однопроцентному розчині столової солі й аскорбінової кислоти впродовж доби дозволяє знизити вміст нітратів майже на 90%;
- солити і закривати овочі, тому що встановлено, що на четвертий день заквашування вміст нітратів починає падати, а на 18 день дана сполука майже не фіксується;
- використовувати для пиття доочищену, бутильовану воду, що має на етикетці назву та адресу виробника, хімічний склад, термін придатності та умови зберігання [3].

Висновки. Підсумовуючи викладене, можемо зробити висновок, що продукти харчування і вода, які споживають мешканці м. Івано-Франківська, є безпечними відносно дії нітратів. Продукти, вирощені на власних ділянках, які як правило споживають сільські жителі, містять мінімальну кількість нітратів, що свідчить про їхню безпеку. Однак, необхідно зазначити, що надлишки азотних добрив можуть переходити в підземні та ґрунтові води і внаслідок цього потрапляти до криниць сільських жителів, які не користуються водопровідною водою. Наприклад, проба води, відібрана з криниці в селищі Драгомирчани, перевищувала ГДК на вміст нітратів у 3 рази. Тому ризик споживання забрудненої нітратами води в сільських жителів набагато вищий ніж у міських.

Література

1. Волкова Н. В. Гігієнічні значення нітратів і нітритів у плані віддалених наслідків їх дії на організм. – 1980.
2. ГН 2.1.5.689-98 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.
3. Інструкція з експлуатації Нітратоміра–401.
4. masters.donntu.edu.ua

**МЕДИКО-ЕКОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ДИТЯЧОГО ЗАХВОРЮВАННЯ
ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Вивчення впливу екологічної ситуації на здоров'я дитячого населення України висувається в число пріоритетних науково-практичних напрямків як самостійна проблема і як фрагмент розробки питання генетичного моніторингу.

Медико-соціальні екстремуми захворюваності та смертності популяції можуть бути визнані орієнтованими показниками з інтенсивності впливу комплексу екологічних чинників довкілля поряд з іншими факторами.

В умовах постійного зростання транспортних засобів пересування і великої кількості промислових підприємств в атмосфері підвищується вміст шкідливих речовин, які впливають на імунітет у дітей і спричиняють виникнення в них захворювань дихальної системи. Оскільки первинним скрінінгом імунодефіциту є визначення трьох сироваткових імуноглобулінів G, A, M, було проведено щорічне статистичне дослідження 200-т дітей протягом 1999–2008 років. Це дало можливість визначити ряд закономірностей у виникненні захворювань органів дихання.

Ключові слова: екологічна ситуація, шкідливі речовини, діти, імуноглобуліни, захворювання органів дихання.

Изучение влияния экологической ситуации на здоровье детского населения Украины выдвигается в число приоритетных научно-практических направлений как самостоятельная проблема и как фрагмент разработки вопроса генетического мониторинга.

Медико-социальные экстремумы заболеваемости и смертности популяции могут быть признаны ориентированными показателями по интенсивности воздействия комплекса экологических факторов окружающей среды вместе с другими факторами.

В условиях постоянного роста транспортных средств передвижения и большого количества промышленных предприятий в атмосфере повышается содержание вредных веществ, влияющих на иммунитет у детей и способствуют возникновению у них заболеваний дыхательной системы. Поскольку первичным скринингом иммунодефицита является определение трех сывороточных иммуноглобулинов G, A, M, было проведено ежегодное статистическое исследование 200-т детей в течение 1999–2008 годов. Это позволило определить ряд закономерностей в возникновении заболеваний органов дыхания.

Ключевые слова: экологическая ситуация, вредные вещества, дети, иммуноглобулины, заболевания органов дыхания.

Study of influence of ecological situation on a health of children's population of Ukraine pulled out in the number of priority scientific – practical directions as an independent problem and as a fragment of development of question of the genetic monitoring.

Medical – social extremes of morbidity and of death rate of population can be acknowledged the oriented indexes from intensity of influence of complex of ecological factors of environment next to other factors.

In the conditions of permanent growth of transport motor vehicles and a plenty of industrial enterprises maintenance of harmful matters, which affect children's immunity and cause the origin of diseases of theirs respiratory system, rises in an atmosphere. Just as primary there is determination of three whey immunoglobulines G, A, M to the scrining immunodeficit. Annual statistical research was conducted 200th ill children during 1999-2008 years. It gave possibility to define the row of conformities to the law in the origin of diseases organs of breathing.

Keywords: ecological situation, harmful matters, children, immunoglobulines, diseases organs of breathing.

Постановка проблеми. Вивчення впливу екологічної ситуації на здоров'я дитячого населення України висувається в число пріоритетних науково-практичних напрямків як самостійна проблема і як фрагмент розробки питання генетичного моніторингу.

Медико-соціальні екстремуми захворюваності та смертності популяції можуть бути визнані орієнтованими показниками з інтенсивності впливу комплексу екологічних чинників довкілля поряд з іншими факторами.

В умовах постійного зростання транспортних засобів пересування і великої кількості промислових підприємств, які є джерелом забруднення довкілля, в атмосфері підвищується вміст шкідливих речовин, що впливають на імунітет у дітей і спричиняють виникнення в них захворювань дихальної системи. Оскільки первинним скрінінгом імунодефіциту є визначення трьох сироваткових імуноглобулінів G, A, M, було проведено щорічне дослідження 200 хворих дітей протягом 1999–2008 років. Це дало можливість визначити низку закономірностей у виникненні захворювань органів дихання, які пов'язані з екологічними факторами.

Дослідженням охоплено дитяче населення 5 промислових районів Івано-Франківської області та м. Івано-Франківськ, що характеризується найвищим рівнем викидів в атмосферу шкідливих речовин (табл. 1).

У вищевказаних районах перше місце займають хвороби органів дихання – 30,8 %; друге – хвороби системи кровообігу – 13,2 %; третє – хвороби шкіри і підшкірної клітковини – 6,2 %.

Таблиця 1

Динаміка викидів шкідливих речовин в атмосферу стаціонарними джерелами по м. Івано-Франківську та досліджуваними районами в 2009 році (т/рік)

Райони	Викинуто всього	в тому числі:				
		твердих	газованих та рідких	з них:		
				сірчистого ангідриду	окису вуглецю	окислів азоту
Галицький	126796,8	33015,5	93781,3	8432,0	1599,3	7777,6
Долинський	3844,6	8,9	3763,8	16,9	473,3	555,6
Калуський	1649,2	28,1	1621,1	87,5	551,9	728,7
Надвірнянський	5153,4	56,0	5097,4	6,0	355,2	255,5
Рогатинський	601,7	3,8	597,9	0,1	86,9	253,9
Івано-Франківськ	678,9	94,5	584,4	9,0	215,9	179,1

У загальному, аналіз показників дитячої захворюваності за десятиріччя вказує на низку тенденцій: рівень показників захворюваності в екологічно несприятливих районах значно перевищує рівень по Україні; продовжується ріст показників загальної захворюваності при стабілізації показника первинної захворюваності, що вказує на зниження функції імунної системи населення.

Аналіз попередніх досліджень. Медико-екологічні дослідження території Івано-Франківської області проводили екологи, географи, медики. Питання медико-географічного районування висвітлено у працях Є.М. Нейка, Г.І. Рудька [5, 6], О.М. Адаменка [11], А.Б. Кочинського, А.М. Сердюка [3], В.І. Немцова [7], В.А. Барановського [1] і інших, у яких розглядається питання використання ландшафто-геохімічного методу в медико-геохімічних дослідженнях захворювання.

Відомо, що забруднене атмосферне повітря впливає на розвиток багатьох хвороб серед населення, особливо дітей. Шкідливі фактори зовнішнього середовища поряд з усіма системами організму впливають також на імунну систему і сприяють збільшенню захворюваності. Вчені усіх країн світу також занепокоєні зростанням таких захворювань органів дихання в дітей як: пневмоній, бронхітів і астми. Причиною їх виникнення є насамперед генетична схильність, інфекційні та токсичні фактори [5].

Деякі вчені [12] вважають, що промислові поллютанти виступають в ролі ад'ювантів – речовин, які неспецифічно посилюють імунну відповідь на конкретний антиген. Це відбувається так: антиген

(вірус, бактерія) з'єднуються з шкідливою речовиною (наприклад, хлором), відбувається подразнення слизових оболонок носа чи бронхів, руйнується їх епітелій і вірус чи бактерія швидше попадає всередину органів дихання і з'єднуючись з макрофагом (АПК), запускає механізм алергічних реакцій гіперчутливості першого типу.

Результати досліджень та їх обговорення. На території Івано-Франківської області є ряд промислових підприємств: Бурштинська ТЕС, Калуський ВАТ «Оріана», «Лукор» і інші, які викидають поллютанти – алергени в атмосферу. Висока концентрація в атмосфері парів сірчаної кислоти, хлору, оксидів вуглецю і азоту корелюють з підвищеним рівнем захворювань органів дихання, тому 4–5 підлітків з 1000 хворіють на пульмозахворювання, і в 1,5–2 рази частіше з них – це міські діти [8].

Існує дві теорії стосовно того, як діють на організм дітей шкідливі екофактори атмосфери. Так, одні вчені вважають, що промислові алергени – це частіше гаптени, які тільки при з'єднанні з певними білками стають повноцінними антигенами. Така думка існує тому, що повітряні поллютанти мають низьку молекулярну масу і не можуть розпізнаватись до того часу, поки не кон'югують з молекулою носія (альбуміном, глобуліном чи синтетичним поліпептидом), утворюючи повноцінний антиген, який вже розпізнається Т-лімфоцитами (антигенпрезентуючими клітинами – АПК), і тільки тоді вони включаються в імунну відповідь [15].

Дослідження хворих дітей, які поступили на стаціонарне лікування проводилося до початку приймання медикаментів, особливо до антибактеріальної терапії.

Хворих дітей обстежували тільки весною і восени, оскільки встановлено, що загострення захворювань органів дихання, особливо бронхіальної астми, у 96,9 % хворих дітей припадає на ці пори року. Для кожної вікової категорії виведено посезонні норми.

Дослідження сироватки крові проводилось методом радіальної імунодифузії в агаровому гелі (Manchini, 1965 р.) [12], в нашій модифікації, яка полягає в заміні медіал – вероналового буферу [8, 9]. Отримані результати оброблені статистично за методом Стьюдента.

Відмітимо, що сезонною динамікою сироваткових імуноглобулінів у дітей займалися В.Г. Пердерій, Н.Г. Бичкова, які дослідили, що весною титри імуноглобулінів знижуються, а восени підвищуються [10]. При порівнянні сезонних показників гуморального імунітету в обстежених весною і восени дітей Івано-Франківської області, які хворіють на захворювання органів дихання і здорових дітей спостерігається така динаміка рівнів:

а) до одного року – зниження всіх показників імуноглобулінів, оскільки в цьому віці тільки відбувається встановлення імунної системи [2, 14];

б) дошкільного віку – весною збільшується титр Ig G ($7,8 \pm 0,52$ г/л; при $N = 6,7 \pm 0,33$ г/л) і титр Ig M ($0,98 \pm 0,10$ г/л; при $N = 0,91 \pm 0,11$ г/л), оскільки весною часто спостерігаються тумани, під час яких в приземистому шарі атмосфери збільшується концентрація шкідливих речовин, які викликають загострення хронічних бронхітів, приступів бронхіальної астми (високий титр Ig G) та підсилюють дію патогенних мікроорганізмів на органи дихання, викликаючи гострий процес (високий титр Ig M), а восени зменшуються рівні Ig G, Ig M [4, 13];

в) шкільного віку – весною знижуються титри імуноглобулінів Ig G ($8,9 \pm 0,10$ г/л; при $N = 10,0 \pm 0,69$ г/л) і титр Ig M ($1,1 \pm 0,16$ г/л; при $N = 0,82 \pm 0,10$ г/л), а восени відбувається підвищення рівнів Ig G і Ig M.

Таким чином, в середньому, протягом 10-ти років з 200 обстежених дітей, які хворіють на захворювання органів дихання – 163 хлопчики і 37 дівчат (рис. 1). На першому місці по захворюваності для обох статей знаходяться бронхіти, на другому – пневмонії, на третьому – бронхіальна астма (рис. 2, 3).

При порівнянні середніх сезонних показників гуморального імунітету в обстежених весною дітей спостерігається: підвищення вмісту Ig G: $7,66 \pm 0,20$ г/л, при N у здорових $6,80 \pm 0,40$ г/л ($p < 0,01$), а рівні Ig A і Ig M близькі до норми. Восени знижується тільки Ig M.

Висновки. В умовах постійного зростання в повітрі шкідливих поллютантів, які впливають на імунітет дітей спостерігається то підвищення, то зниження сироваткових імуноглобулінів G, A, M у різні пори року. У весняний період – підвищується вміст Ig G, тому діти всіх вікових категорій найчастіше хворіють на бронхіти, і серед них – більше хлопців, ніж дівчат.

Таблиця 2

Рівні сироваткових імуноглобулінів G, A, M у здорових і хворих дітей по віку, які обстежувались протягом весни і осені 1999–2008 років ($M \pm m$)

Вік дітей	Пора року	Групи дітей	Ig G (г/л)	Ig A (г/л)	Ig M (г/л)
Діти до одного року життя	весна	Контрольна група n=40	6,3 $\pm$ 0,43*	0,85 $\pm$ 0,05*	0,81 $\pm$ 0,08*
		Хворі n=100	5,3 $\pm$ 0,20**^	0,51 $\pm$ 0,16**	0,89 $\pm$ 0,34 ^
	осінь	Контрольна група n=40	4,6 $\pm$ 0,26*	0,69 $\pm$ 0,07*	0,65 $\pm$ 0,05*
		Хворі n=100	4,0 $\pm$ 0,54 ^	0,48 $\pm$ 0,20***	0,35 $\pm$ 0,10*** ^
Діти дошкільного віку (1–6 р.)	весна	Контрольна група n=40	7,8 $\pm$ 0,52*	1,2 $\pm$ 0,12*	0,91 $\pm$ 0,11*
		Хворі n=100	8,7 $\pm$ 0,25** ^	0,94 $\pm$ 0,20	0,98 $\pm$ 0,10 ^
	осінь	Контрольна група n=40	6,7 $\pm$ 0,33*	1,0 $\pm$ 0,16*	0,82 $\pm$ 0,08*
		Хворі n=100	7,9 $\pm$ 0,10*** ^	0,84 $\pm$ 0,80***	0,63 $\pm$ 0,40 ^
Діти шкільного віку (7–17 р.)	весна	Контрольна група n=40	10,0 $\pm$ 0,69*	1,3 $\pm$ 0,14*	1,1 $\pm$ 0,16*
		Хворі n=100	8,9 $\pm$ 0,10** ^	1,6 $\pm$ 0,10 ^	0,82 $\pm$ 0,10**
	осінь	Контрольна група n=40	7,6 $\pm$ 0,30*	1,0 $\pm$ 0,13*	0,78 $\pm$ 0,11*
		Хворі n=100	7,8 $\pm$ 0,20 ^	0,70 $\pm$ 0,05***^	0,99 $\pm$ 0,20***

Примітка: * – різниця достовірна між контрольною групою дітей, обстежених весною і контрольною групою дітей, обстежених восени, $p < 0,05$; ** – різниця достовірна між групою хворих дітей, обстежених весною і контрольною групою дітей, обстежених весною, $p < 0,05$; *** – різниця достовірна між групою хворих дітей, обстежених восени і контрольною групою дітей, обстежених восени, $p < 0,001$; ^ – різниця достовірна між групою хворих дітей, обстежених весною і групою хворих дітей, обстежених восени, $p < 0,001$.

Література

1. Барановський В.А. Екологічна географія і екологічна картографія / В.А. Барановський. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 252 с.
2. Детская пульмонология [Арязев Н. Л., Котова Н.В, Старец Е.А., Волосовець А. П. и др.]; под ред. Арьяева Н. Л. – К.: Здоров'я, 2005. – 607 с.
3. Кочинський А.Б. Методологічні основи аналізу ризику в медико-екологічних дослідженнях та його значення для екологічної безпеки в Україні. Врачебное дело / А.Б. Кочинський, А.М. Сердюк. – 1995. – № 1–2. – С. 27–32.
4. Нагуа М. Секрети алергології і іммунології / М. Нагуа, М. Гершвин; [пер. с англ.]. – М.: «Издательство Бином», 2004. – 319 с.
5. Нейко Є.М. Медико-геоекологічний аналіз стану довкілля як інструмент оцінки та контролю здоров'я населення / Є.М. Нейко, Г.І. Рудько, Н.І. Смоляр. – Івано-Франківськ–Львів: «Екор», 2001. – 163 с.
6. Нейко Є.М. Результати моніторингу здоров'я населення м. Івано-Франківська у зв'язку з екологічними чинниками / Є.М. Нейко, З.М. Митник, Н.І. Кольцова. – Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. – 2000. – №37(Т.10). – С.128–131.
7. Немцов В.И. Правильное питание при бронхиальной астме / В.И. Немцов. – Москва–Санкт-Петербург: «ДИЛЯ», 2002. – 5-6 с.



Рис. 1. Показник захворюваності обстежених дітей з хворобами органів дихання по статі у період 1999-2008 років.



Рис. 2. Показник захворюваності обстежених хлопчиків з хворобами органів дихання протягом 1999–2008 років.



Рис. 3. Показник захворюваності обстежених дівчат з хворобами органів дихання протягом 1999–2008 років.

8. Пат. №34330 Україна, МПК 601 №33/50. Спосіб визначення сироваткових імуноглобулінів G, A, M людини / Л.Я. Савчук; Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу. – № и 2008 2362; заявл. 11.08.2008; опубл. 11.08.2008, Бюл. №15.

9. Пат. №37295 Україна, МПК 601 №33/50. Спосіб визначення сироваткових імуноглобулінів G, A, M людини / Л.Я. Савчук; Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу. – № и 2008 07056; заявл. 21.05.2008; опубл. 25.11.2008, Бюл. № 22.

10. Передерий В. Г. Популярная иммунология / В.Г. Передерий, Н.Г. Бычкова. – К.: Наук. думка, 1990. – 207 с.

11. Природничі основи екологічного моніторингу Карпатського регіону (Монографія) / [О.М. Адаменко, Я.О. Адаменко, В.О. Булмасов, Б.Я. Голояд та ін.]. – К.: Манускрипт, 1996. – 201 с.

12. Ройт А. Иммунология / А. Ройт, Дж. Бростофф, Д. Мейл; [пер. с англ.]. – Мир, 2000. – С. 415-440.
13. Фелленберг Г. Загрязнение природной среды. Введение в экологическую химию / Г. Фелленберг; [пер. с нем.]. – М. : Мир, 1997. – 232 с.
14. Чернишова Л.І. Первинні комбіновані імунodefіцити в дітей (діагностика і тактика ведення): [навчальний посібник] / Л.І. Чернишова, Д.В. Самарін. – Київ, 2004. – 50 с.
15. Якобисяк М. Імунологія / М. Якобисяк; [пер. з польської за редакцією проф. В.В. Чоп'як]. – Вінниця: Нова Книга, 2004. – С. 429–462.

УДК 911+504

Некос А. Н., Семибратова П.В.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

ВПЛИВ ФАКТОРІВ ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА НА ХІМІЧНИЙ СКЛАД РОСЛИННИХ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

Розглядаються особливості впливу природних факторів на хімічний склад продуктів харчування рослинного походження. Дослідження проводилися за допомогою методів дисперсійного аналізу. Визначені тенденції накопичення мікроелементів у харчовій рослинній продукції, вирощеній у лісостеповій і степовій природних зонах.

Ключові слова: природні зони, природні фактори, продукти харчування рослинного походження, дисперсійний аналіз, важкі метали.

Рассматриваются особенности влияния природных факторов на химический состав продуктов питания растительного происхождения. Исследования проводились с помощью методов дисперсионного анализа. Определены тенденции накопления микроэлементов в продуктах питания растительного происхождения, выращенных в лесостепной и степной природных зонах.

Ключевые слова: природные зоны, природные факторы, продукты питания растительного происхождения, дисперсионный анализ, тяжелые металлы.

The features of the accumulation of chemical elements in vegetable products grown on private plots of the population in the forest-steppe and steppe zone. Studies were conducted using analysis of variance methods. The tendencies of accumulation of trace elements in forest-steppe and steppe natural zones.

Keywords: natural factors, the chemical composition of plant foods, natural area, analysis of variance.

Постановка проблеми. Сучасні геоекологічні дослідження спираються на систему різноманітних знань та визначення просторово-часових закономірностей взаємозв'язку природних та соціально-економічних факторів. Виникають нові об'єкти, напрямки та методи досліджень, здійснюється пошук єдиного підходу до вивчення процесів та явищ, які лежать на межі взаємодії природного та антропогенного. До таких досліджень треба віднести і трофогеографічні [3–5]. Саме в межах таких досліджень можливо визначити пріоритетність впливу різноманітних умов і факторів на якість рослинної продукції, яку людина споживає щоденно. Визначення якісних характеристик такої продукції сьогodні хвилює майже всіх – і науковців, і виробників рослинної продукції і, безумовно, споживачів. Таким чином, вивчення природних і антропогенних умов і факторів щодо формування продуктів харчування рослинного походження розкриває можливі шляхи оптимізації їх якісних характеристик. Тро-

12. Ройт А. Иммунология / А. Ройт, Дж. Бростофф, Д. Мейл; [пер. с англ.]. – Мир, 2000. – С. 415-440.
13. Фелленберг Г. Загрязнение природной среды. Введение в экологическую химию / Г. Фелленберг; [пер. с нем.]. – М. : Мир, 1997. – 232 с.
14. Чернишова Л.І. Первинні комбіновані імунodefіцити в дітей (діагностика і тактика ведення): [навчальний посібник] / Л.І. Чернишова, Д.В. Самарін. – Київ, 2004. – 50 с.
15. Якобисяк М. Імунологія / М. Якобисяк; [пер. з польської за редакцією проф. В.В. Чоп'як]. – Вінниця: Нова Книга, 2004. – С. 429–462.

УДК 911+504

Некос А. Н., Семибратова П.В.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

ВПЛИВ ФАКТОРІВ ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА НА ХІМІЧНИЙ СКЛАД РОСЛИННИХ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

Розглядаються особливості впливу природних факторів на хімічний склад продуктів харчування рослинного походження. Дослідження проводилися за допомогою методів дисперсійного аналізу. Визначені тенденції накопичення мікроелементів у харчовій рослинній продукції, вирощеній у лісостеповій і степовій природних зонах.

Ключові слова: природні зони, природні фактори, продукти харчування рослинного походження, дисперсійний аналіз, важкі метали.

Рассматриваются особенности влияния природных факторов на химический состав продуктов питания растительного происхождения. Исследования проводились с помощью методов дисперсионного анализа. Определены тенденции накопления микроэлементов в продуктах питания растительного происхождения, выращенных в лесостепной и степной природных зонах.

Ключевые слова: природные зоны, природные факторы, продукты питания растительного происхождения, дисперсионный анализ, тяжелые металлы.

The features of the accumulation of chemical elements in vegetable products grown on private plots of the population in the forest-steppe and steppe zone. Studies were conducted using analysis of variance methods. The tendencies of accumulation of trace elements in forest-steppe and steppe natural zones.

Keywords: natural factors, the chemical composition of plant foods, natural area, analysis of variance.

Постановка проблеми. Сучасні геоекологічні дослідження спираються на систему різноманітних знань та визначення просторово-часових закономірностей взаємозв'язку природних та соціально-економічних факторів. Виникають нові об'єкти, напрямки та методи досліджень, здійснюється пошук єдиного підходу до вивчення процесів та явищ, які лежать на межі взаємодії природного та антропогенного. До таких досліджень треба віднести і трофогеографічні [3–5]. Саме в межах таких досліджень можливо визначити пріоритетність впливу різноманітних умов і факторів на якість рослинної продукції, яку людина споживає щоденно. Визначення якісних характеристик такої продукції сьогодні хвилює майже всіх – і науковців, і виробників рослинної продукції і, безумовно, споживачів. Таким чином, вивчення природних і антропогенних умов і факторів щодо формування продуктів харчування рослинного походження розкриває можливі шляхи оптимізації їх якісних характеристик. Тро-

фогеографічний аналіз окремих регіонів України може мати велике значення для покращення якості продуктів харчування рослинного походження та розв'язання багатьох проблем, пов'язаних зі станом здоров'я населення.

Стан вивчення проблеми. небезпека важких металів у тому, що вони здатні до накопичення і утворення високотоксичних сполук, а також можуть порушувати метаболічний цикл живих організмів, викликаючи в людини і тварин ряд захворювань. Важкі метали мають властивість накопичуватися в різних ланках трофічних ланцюгів біосфери, впливають на їх функціонування і організм людини не є винятком. Важкі метали, що надходять в організм людини з водою, їжею та з повітрям, накопичуються і їх концентрація збільшується. Вони дуже повільно виводяться з організму людини і здатні накопичуватися в різних органах, переважно в печінці та нирках, що поступово погіршує стан здоров'я людини [1].

На накопичення мікроелементів у рослинній продукції повсякденного вжитку, впливають, у першу чергу, природні фактори. До таких факторів відносяться природні зони (комплексна характеристика), які відрізняються за тектонічною будовою, геоморфологією, кліматичними та ін. умовами [3, 4]. Чисельні дослідження вчених літологів та геохіміків показали, що на перерозподіл важких металів впливає рельєф і геоморфологічні умови, які визначають характер поверхневого стоку і міграцію мікроелементів. Клімато-гідрологічні особливості – один з найважливіших географічних факторів, які впливають на накопичення хімічних елементів в продукції рослинного походження. За даними розробок геохіміків, хімічне вивітрювання мінералів відбувається лише у водному середовищі або при участі води [6]. Тому в трофогеографічних дослідженнях воду необхідно розглядати як складову частину ґрунтового різноманіття і рослинності, яка регулює показники концентрації важких металів.

При дослідженні факторів впливу звичайно враховують зональні, а зональні і мікрокліматичні особливості територій, аномальні явища (засухи, суховії), показники освітленості рослин при їх вирощуванні, які впливають на перерозподіл хімічних елементів. Важливими складовими характеристиками природних зон, які впливають на особливості накопичення важких металів в продукції рослинного походження, виступають температурний режим та кількість опадів за вегетаційний період [5]. Так, наприклад, у посушливі роки відбувається інтенсивне накопичення заліза, а у вологі – марганцю, міді і молібдену [6]. Загалом досить повно розроблені теоретичні та практичні питання геохімічних аспектів природних складових, починаючи з робіт В.І. Вернадського та науковців сучасності А.П. Виноградова, М.А. Глазовської, О.І. Переламана, Л.М. Шевченка, Л.Л. Малишевої, В.М. Гуцуляка тощо. Однак питання про накопичення і перерозподіл хімічних елементів у споживчій рослинній продукції, на що впливає саме екологічний стан компонентів природних систем і результати антропогенної діяльності, в географічній літературі висвітлено слабо. Тому наші трофогеографічні дослідження щодо вивчення факторів формування якості рослинної харчової продукції, яка вирощена в різних природних зонах, актуальні і обумовлені проявами регіональних екологічних надзвичайних ситуацій і зростанням захворювання населення в різних регіонах.

Метою роботи є визначення впливу природних зон (як комплексної характеристики) на вміст мікроелементів в продуктах харчування рослинного походження.

Результати досліджень. Дослідження проводились на території України в межах лісостепової і степової зон (наприкладі Харківської області). Для визначення закономірностей накопичення восьми важких металів (Fe, Zn, Mn, Ni, Pb, Cu, Co, Cd) і Al в рослинних продуктах харчування були використані статистичні методи (а саме дисперсійний аналіз), які дозволили визначити вплив природних факторів (природних зон) на показники концентрації. Матеріалами для статобробки стали дані про концентрацію хімічних елементів у більше ніж 200 зразках рослинної продукції (картопля, морква, буряк, огірки, капуста, петрушка, перець, томати, цибуля, яблука, чорна та червона смородина, абрикос, виноград та ін.), вирощена на приватних ділянках населення в лісостеповій та степовій природних зонах.

Існує ряд статистичних методів, що дозволяють визначити силу, напрям, закономірності впливу факторів на результат у генеральній або вибірковій сукупності. Для вивчення впливу одного або декількох факторів на результативну ознаку був використаний дисперсійний аналіз, який заснований на принципі «відображення різноманітності значень результативної ознаки» і встановлює силу впливу фактора (ів) у вибіркових сукупностях.

При статистичній обробці даних всі значення були поділені на 10 груп ($K_0=10$): Ω_1 – концентрація Fe, Ω_2 – концентрація Mn, Ω_3 – концентрація Zn, Ω_4 – концентрація Cu, Ω_5 – концентрація Ni, Ω_6 – концентрація Pb, Ω_7 – концентрація Al, Ω_8 – концентрація Co, Ω_9 – концентрація Cr, Ω_{10} – концентрація Cd.

Результати первинної статистичної обробки даних свідчать про те, що вибіркові дисперсії в групах відрізняються не суттєво. Виняток становлять Cu, Pb, Cr, для яких $p < 0,05$ критерій Левіне перевірки рівності дисперсій. Результати проведення дисперсійного аналізу показують *дуже значущий вплив* фактору «Природна зона» на вміст Pb і Zn в продуктах харчування рослинного походження. За методами дисперсійного аналізу не виявлено *значимого впливу* фактору «Природна зона» на концентрацію Fe, Mn, Cu, Ni, Al, Co, Cr, Cd в продуктах харчування рослинного походження. За результатами дисперсійного аналізу побудовані діаграми, які демонструють залежність середнього гармонійного значення концентрації мікроелементів у продуктах харчування від природної зони, а також їх порівняння з ГДК овочевої продукції [2].

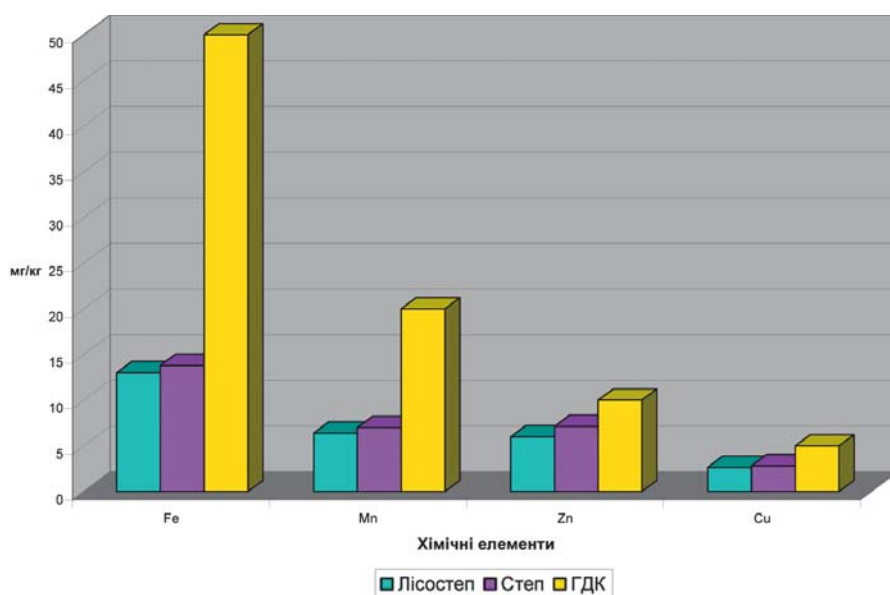


Рис. 1. Залежність концентрації хімічних елементів (Fe, Mn, Zn і Cu) в рослинній продукції від природної зони

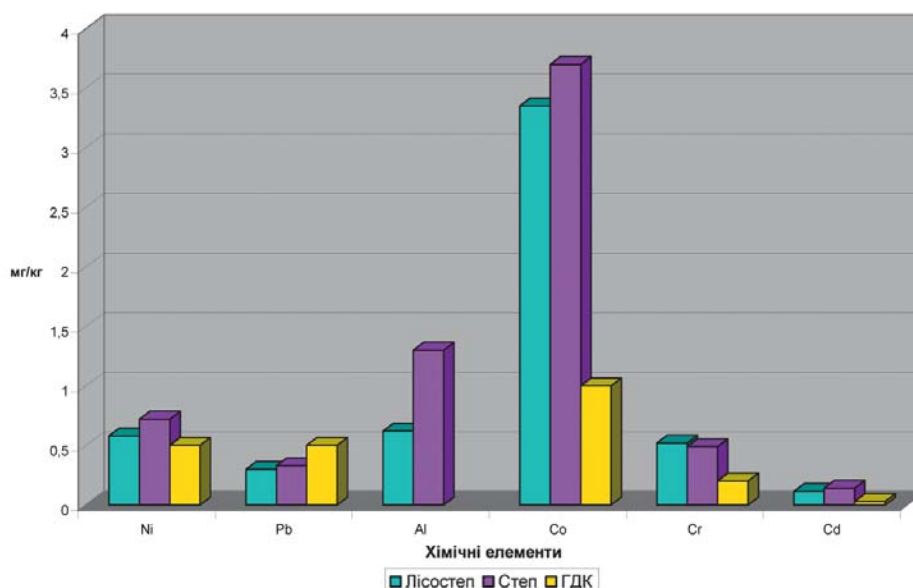


Рис. 2. Залежність концентрації хімічних елементів (Ni, Pb, Al, Co, Cr і Cd) в рослинній продукції від природної зони

Рисунок 1 свідчить про те, що концентрація Fe (13,80 мг / кг) в продуктах харчування рослинного походження, вирощених у степовій зоні, вище на 6 % за концентрацію Fe (13,0 мг / кг) в рослинній продукції, вирощеної в лісостеповій зоні. Перевищення ГДК за Fe у рослинних продуктах харчування не спостерігається. Порівнюючи усі інші показники концентрації хімічних елементів у рослинній продукції слід відмітити загальну закономірність: концентрація всіх мікроелементів вище в степовій зоні ніж у лісостепу – за Mn на 9 %, за Zn на 17 %, за Cu на 6 %.

Результати досліджень, які представлені на рисунку 2, свідчать про те, що концентрація хімічних елементів в продуктах харчування рослинного походження вище в степовій зоні ніж у лісостепу за Ni на 19,5 %, а за Pb на 9 %.

У продуктах рослинного походження, вирощених в степовій природній зоні, концентрація Co вище на 9,5% за концентрацію Co в рослинній продукції, вирощеній в лісостеповій природній зоні. Однак показники концентрації Co в рослинах степової зони перевищують ГДК для продуктів харчування майже в 4 рази, а концентрації Co в рослинах лісостепової – більше ніж у 3 рази.

Що стосується Al, то його концентрація (1,30 мг/кг) в рослинній продукції, вирощеній в степовій зоні, перевищує майже в 2 рази в продукції рослинного походження, яка вирощена в лісостеповій природній зоні.

Концентрація ж Cr в харчових рослинних продуктах має протилежну тенденцію – у лісостеповій зоні вона незначно вище ніж у степовій (0,52 мг/кг та 0,49 мг/кг відповідно). Концентрація Cr у рослинах перевищує ГДК – у степовій зоні і лісостеповій зоні більше ніж у 2–2,5 рази.

Показники концентрації Cd в рослинних продуктах, вирощених в степовій і лісостеповій природних зонах, відрізняються незначно і становлять 0,14 мг / кг та 0,113 мг / кг. Що стосується порівняння з ГДК, то концентрація Cd перевищує ГДК у 3,5–4,5 рази в обох природних зонах.

Висновки. Отримані значення показують, що тенденція до накопичення в рослинних продуктах харчування за Fe, Zn, Mn, Ni, Pb, Al, Cu, Co, Cd проявляється вище в степовій природній зоні. Виняток становить Cr, концентрація якого в продуктах харчування рослинного походження, незначно вище в лісостеповій ніж у степовій природній зоні.

Показники концентрації Ni, Co, Cr і Cd в рослинах перевищують ГДК для харчової продукції в 1,2–4,5 рази, а концентрації Fe, Zn, Mn, Pb, Cu не перевищують нормативних показників.

Література

1. Загрязнение воздуха и жизнь растений / под ред. М. Трешоу. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 535 с.
2. Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 181 с.
3. Некос А.Н. Географічні проблеми екологічно чистого харчування / А.Н. Некос, В.М. Дудуріч, В.Ю. Некос // Вісник ХНУ. Сер. Екологія. – Харків: Вид. ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2007. – № 758. – С. 30–34.
4. Некос А.Н. Вплив різних геоморфологічних і ґрунтових умов на екологічну безпеку рослинної продукції, що продукується в межах Лісостепу / А.Н. Некос // Межвідом. зб. «Метеорологія, кліматологія, гідрологія». – 2008. – № 50. – Т.1. – С. 48–52.
5. Некос А. Н. Концептуальные направления развития трофогеографических исследований / А.Н. Некос // Вестник БГУ. Научный журнал Белорусского госуд. у-та. Сер. 2. Химия, Биология, География. – 2012. – № 1. – С. 95–98.
6. Перельман А.И. Геохимия ландшафта / А.И. Перельман. – М.: Госуд. изд-во геогр. лит-ры, 1961. – 275 с.

ПРИРОДООХОРОННІ ТА РЕКРЕАЦІЙНІ ТЕРИТОРІЇ

УДК 338.484: 502.131

Коробейникова Я.С.

*Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ТЕРИТОРІЙ ТУРИСТИЧНИХ ДЕСТИНАЦІЙ

Наукові дослідження щодо впливів техногенного навантаження на геосистеми туристичних дестинацій є перспективним науковим напрямком в галузі екологічної безпеки. Сприятлива екологічна ситуація в межах туристичних дестинацій розглядається туризмознавцями як рівноцінний з іншими чинниками розвитку туристичної галузі. Основні впливи на геосистеми туристичних дестинацій полягають у зміні первинних ландшафтів, що призводить до фізико-механічних руйнувань, кількісних та якісних змін поверхневих та підземних вод, забруднення атмосферного повітря та ґрунтів. Визначено компоненти геосистем, які зазнають найбільших антропогенних змін в результаті туристичної діяльності.

Ключові слова: збалансований розвиток, туризм, екологічні стандарти, геосистеми.

Научные исследования относительно влияния техногенной нагрузки на геосистемы туристических дестинаций являются перспективным научным направлением в отрасли экологической безопасности. Благоприятная экологическая ситуация в пределах туристических дестинаций рассматривается учеными как равноценный с другими фактор развития туристической отрасли. Основные влияния на геосистемы туристических дестинаций заключаются в изменении первичных ландшафтов, которое приводит к физико-механическим разрушениям, количественным и качественным изменениям поверхностных и подземных вод, загрязнения атмосферного воздуха и почв. Определены компоненты геосистем, которые испытывают наибольшие антропогенные изменения в результате туристической деятельности.

Ключевые слова: сбалансированное развитие, туризм, экологические стандарты, геосистемы.

Scientific researches in influences of the technogenic loading on the geosystems of tourist destinations is perspective scientific direction in industry of ecological safety. A favourable ecological situation within the limits of tourist destinations is examined by tourism experts as equivalent with other factors of development of tourism industry. Basic influences on the geosystems of tourist destinations consist in the change of primary landscapes, which leads to physical and mechanical destructions, quantitative and qualitative changes of superficial and underground waters, contamination of air and soils. Where defined components of geosystems, which suffer most from anthropogenic changes, as a results of tourist activity.

Keywords: sustainable development, tourism, ecological standards, geosystems.

Актуальність досліджень. Сучасний туризм – галузь господарства, яка розвивається дуже швидко, за 10 останніх років ріст становив 25 %. За даними ЮНЕП та ВТО, туризм розглядається як галузь, що розвивається найбільш швидкими темпами, на відміну від галузей виробничої сфери. За прогнозами фахівців, темпи зростання галузі туризму будуть залишатися високими, хоча глобальні і регіональні структури туризму змінюються з роками (в останні роки із-за тероризму, розвитку різноманітних захворювань, стихійних явищ, тощо). За прогнозними розрахунками фахівців ВТО, до 2020 р. буде здійснено більше 1500 млн. міжнародних поїздок. Ці ж дані вказують, що зростання туризму буде відбуватися за рахунок країн, що розвиваються [2]. Це створює немало проблем, в першу чергу, екологічних та економічних. У країнах зі слабким регулюванням ринкової економіки розвиток туризму може стати реальною загрозою для якості довкілля.

© Коробейникова Я.С., 2013

На даний час сформовано науковий напрям щодо екологічної безпеки природних та природно-техногенних систем різного рівня. У працях Г.О.Білявського, Г.І.Рудька, О.М.Адаменка, В.М.Шмандія, В.П.Руденка, Л.Є.Шкіци, Б.М.Данилишина, А.Г. Шапаря, Є.О. Яковлєва, В.М. Шестопалова, М.С Мальнованого та ін. викладено науково-методичні підходи щодо забезпечення екологічної безпеки в природних та техногенно-природних системах, а також прикладні аспекти забезпечення екологічної безпеки. Менш вивченими є питання дослідження екологічної безпеки та управління в умовах техногенного навантаження, яке не носить вираженого екстремального характеру.

Мета роботи. На основі аналізу наслідків туристичної діяльності окреслити місце та роль екологічної безпеки туристичних дестинацій як складової частини наукового напрямку «екологічна безпека», визначити компоненти геосистем, які зазнають найбільших антропогенних змін в результаті туристичної діяльності.

Виклад основного матеріалу. Бурхливий розвиток індустрії туризму зумовив високу концентрацію виробництва – виникають готельні ланцюги, починається будівництво туристичних центрів. Вкладаючи значні кошти в розвиток туризму, великий капітал вимагає максимального прибутку за найкоротші терміни. Швидкий розвиток туризму підтримується з метою забезпечення економічного розвитку і підвищення рівня надходження валюти. Наприклад, розвиток туризму в Середземноморському регіоні з 1960-х років і донедавна ілюструє обсяги екологічного руйнування геосистем, які можуть виникнути внаслідок розвитку туризму у великих масштабах [1]. Природний ландшафт і місцеве населення сприймалися лише як засоби для досягнення мети. Не дивно, що результатом росту масового нерегульованого відвідування рекреаційних природних комплексів став надзвичайно негативний вплив на них, а також на місцеве соціокультурне середовище. Під загрозою опинилась як дика первозданність унікальних природних куточків, так і місцеві економіки, і культурні цінності туристичних дестинацій. Приклади негативних наслідків, що супроводжують надлишкове відвідування туристами рекреаційних природних територій, відомі на сьогодні у великій кількості. Як найбільш переконливий приклад можна навести факти деградації природи низки найбільших національних парків США, Долини Гейзерів на Камчатці, рекреаційних територій в Альпах, накопичення сміття на Евересті в Непалі та на Стежці Інків у Південній Америці [3]. У 1983 р. відомий австрійський журналіст Л. Люкшандерль опублікував у Відні свою книгу «Рятуйте Альпи! Сад на даху Європи в небезпеці», в якій у науково-популярній формі виклав основні екологічні проблеми розвитку туризму. Рекреаційна деградація природних територій викликала необхідність впровадження в туристичну практику системи заходів захисту природи. Оскільки туристична галузь має головним чином сезонний характер, кількість туристів на визначеній території в розпал сезону в декілька разів більша в порівнянні з «мертвим сезоном». Така ситуація приводить до нерівномірності антропогенного навантаження на геосистеми. Дослідження наслідків туристичної діяльності для екосистем та впровадження технологій екологічного менеджменту в практику рекреаційного природокористування постало як найбільш актуальна проблема подальшого розвитку туризму.

Туризм може здійснювати на довкілля негативний вплив на місцеві енергетичні, водні, земельні ресурси, обсяги використання в туризмі яких постійно збільшуються. Корінних змін зазнають геосистеми в цілому. Дані аспекти важливо розглядати в контексті розвитку туристичної галузі на територіях, де вона розвивається швидкими темпами, наприклад, в Карпатах. Гори, загалом, є важливим джерелом водної, енергетичної і біологічної різноманітності. Крім того, вони є джерелом таких найцінніших ресурсів, як корисні копалини, лісові ресурси, сільськогосподарська продукція, а також відкривають широкі можливості в плані відпочинку. Вони є одними з найбільших екосистем, що складають складну і взаємозалежну екологію нашої планети і мають велике значення для виживання глобальної екосистеми. Разом з тим, гірські екосистеми швидко змінюються. Вони вразливі щодо прискорення ерозії ґрунтів, зсувів, швидкого зрушення середовища проживання і зменшення біологічної різноманітності [4]. У результаті в більшості гірських районів відбувається деградація навколишнього середовища. Основні впливи на довкілля при цьому:

1. Зміни первинних ландшафтів у результаті будівництва об'єктів туристичної інфраструктури. Зі зростанням туристичної галузі відбувається прямий вплив на природні ландшафти в результаті інтенсивного будівництва засобів розміщення, доріг, аеропортів, використання земельних ресурсів

як будівельного матеріалу для створення житлової інфраструктури приводить до деградації та виснаження елементів ландшафту, його докорінної зміни. Наприклад, на острові Міконос (Греція) в результаті інтенсивного зростання туристичної інфраструктури (будівництво порту, доріг, готелів, розважальних закладів, закладів харчування та торгівлі, тощо) збільшилось населення, що працює в сфері обслуговування туристів. Це привело до зменшення площ земельних ресурсів. Проблема затопів, недостатня кількість місць для паркування машин, різке збільшення вартості землі стали реальністю. Інтенсивна туристична розбудова поглинула більшу частину острова, призвела до втрат сільськогосподарських угідь та природних ландшафтів. Два найбільших традиційних поселення острова перетворились у високо урбанізовані. Навіть будівництво пристаней для яхт, хвилерізів та інших споруд приводить до змін природних ландшафтів – змінюються напрямки та сила течій, далі – зміни берегової лінії та берегова ерозія, що приводить до втрати площ пляжів. Аналогічна ситуація спостерігається і в Україні. Хоча темпи будівництва туристичної інфраструктури не такі високі, проте проблемами деградації чорноморського узбережжя, вибірка піску з пляжів, руйнування значних лісових масивів при будівництві туристичної інфраструктури в гірських районах України є дуже актуальними екологічними проблемами. Так, туристичний комплекс «Буковель», згідно первинного проекту, займає чималі території [5]:

- загальна площа під будівництво котеджів і готелів: двоповерхові котеджі – 100 га; готелі – 50 га;
- інфраструктура котеджно-готельного комплексу (25–30 % від житлової забудови) – 45 га;
- загальна площа для гірськолижних трас та підйомників (з розрахунку від 30 до 50 м ширини однієї траси) – приблизно 300 га;
- загальна площа для резервуарів води, що передбачені для засніження 60 га лижних трас (три резервуари глибиною 3 м та об'ємом 16 тис м³ кожен) – 0,55 га;
- площа автомобільної дороги для сполучення між с. Паляниця та туристичним комплексом «Буковель» (загальна ширина 7,0 м, протяжність 5,0 км) – 3,5 га.

Туристичний комплекс постійно розширюється, займаючи зараз близько 822 га, з загальною довжиною гірськолижних трас біля 53 км.

2. Інтенсивне використання водних ресурсів та їх забруднення. Так, наприклад, середнє споживання води в м. Анталія (Туреччина) щодня становить 250 л на добу, в той час, як у туристичних районах Анталії середнє добове споживання сягає 600 л. На Мальорці (Іспанія) щоденне споживання води в сільській місцевості становить 140 л, а в місті близько 250 л. У той час, в туристичних комплексах Мальорки використовується приблизно до 880 л на добу.

Будівництво готельних та розважальних комплексів часто приводить до перевантаження каналізаційних систем. Очисні споруди в розпал сезону не завжди справляються зі значними об'ємами стічних вод, стічні води іноді скидаються в моря та озера без очистки, негативно впливаючи не лише на флору і фауну, але і на якість рекреаційного середовища для рекреантів.

В Україні проблема забруднення води та земельних ресурсів від туристичних об'єктів стоїть дуже гостро. Туристична інфраструктура, особливо на узбережжях, розвивається хаотично, без належного екологічного обґрунтування. Не рідкість випадки прямих скидів стічних вод у море, будівництво готельних комплексів на територіях пляжів, в межах водоохоронних зон, розвиток неорганізованого туризму на узбережжі при відсутності санітарних зручностей. Так, туристичний комплекс «Буковель» використовує підземні води для господарсько-питного водопостачання, виробництва штучного снігу, що приводить до вилучення значних обсягів води з підземних горизонтів. Проблемою залишається відвід стоків з малих готелів та сільських садиб, адже в переважній кількості туристичних дестинацій відсутні централізовані системи водовідведення. Найбільш перспективним вважається водопостачання туристичних дестинацій шляхом використання підземних вод, проблеми дослідження кількісних та якісних змін підземної гідросфери залишатимуться актуальними в контексті екологічної безпеки туристичних дестинацій.

3. Використання енергії. Готелі та інші об'єкти туристичної інфраструктури використовують велику кількість електроенергії, більшу ніж в середньому місцеві жителі. Так, за підрахунками фахівців ЄС з енергозбереження, використання енергії на 1 м² площі в не зірковому готелі становить 157 кВт/год, в чотиризірковому готелі – вже 380 кВт/год [1]. Тобто, зі збільшенням комфортності засобу роз-

міщення енергоспоживання зростає. У багатьох районах розвитку туризму енергосистема не розрахована на таке значне енергоспоживання. Наприклад, в районі туристичного комплексу «Буковель» для безперебійного електропостачання проведена значна реконструкція системи місцевого енергопостачання.

4. Забруднення повітря та проблема твердих відходів. Зростання туристичної галузі приводить до високої концентрації туристів та відповідної інфраструктури. Це приводить до забруднення повітря від автомобільних, залізничних та авіаперевезень. Наприклад, 60% всіх повітряних перевезень у світі безпосередньо пов'язані з туризмом, тому туризм також «несе відповідальність» за забруднення повітря. Шумове забруднення від транспорту, іноді і від самих туристів – ще одна важлива проблема. З іншого боку – забруднення повітря – це проблема також і організаторів туристичної діяльності, бо турист очікує від місць відпочинку, в першу чергу, чистого повітря та відсутності шумового дискомфорту. Джерелами забруднення атмосферного повітря, як правило, є транспортні засоби (автомобілі). Так, в туристичному комплексі «Буковель» в піковий сезон щоденно фіксують прибуття біля 800 одиниць автотранспорту. Забруднення атмосферного повітря автотранспортом приводить до накопичення забруднюючих речовин в ґрунтах та їх подальшій міграції по ланцюгу живлення. Для багатьох туристичних дестинацій залишається проблема поводження з твердими відходами підприємств туристичної галузі: кількість відходів зростає швидше, ніж можливості їх поховання. Проблема ускладнюється необхідністю транспортування твердих відходів на значні відстані.

Висновки. Таким чином, забезпечення екологічної безпеки є одним з основних пріоритетів розвитку суспільства. Основні наукові дослідження, які стосуються питань екологічної безпеки присвячені управлінню екологічною безпекою при катастрофічних ситуаціях, в умовах потужного техногенного впливу (в межах гірничопромислових районів, урбанізованих територій, агроєкосистем, тощо), природних систем. Наукові дослідження щодо впливів техногенного навантаження на геосистеми туристичних дестинацій є перспективним науковим напрямком в галузі екологічної безпеки. Сприятлива екологічна ситуація в межах туристичних дестинацій розглядається туризмознавцями як рівноцінний з іншими чинник розвитку туристичної галузі. Найбільших екологічних змін зазнає геологічне середовище як акумулюючий чинник геосистеми. Врахування екологічних аспектів розвитку туристичної галузі набуває особливої актуальності в контексті того, що туристична галузь визначена як стратегічна та пріоритетна галузь господарювання в Івано-Франківській області та розвивається швидкими темпами, активізувалась діяльність щодо можливого розвитку туристичної інфраструктури для проведення зимових олімпійських ігор 2022 р. на теренах Прикарпаття.

Література

1. Коробейникова Я.С. Стратегія збалансованого туризму: Конспект лекцій / Я.С. Коробейникова. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2011. – 147 с.
2. Програма дій «Порядок денний на 21 ст.». – К.: Інтелсфера, 2000. – 360 с.
3. Слі Б. Інтеграція у галузеву політику питань збереження біологічного та ландшафтного різноманіття: розвиток екологічного туризму в Україні / Б. Слі //Збереження і моніторинг біологічного та ландшафтного різноманіття в Україні. – К., 2000. – С. 59–67.
4. Godde P.M., Price M.F., Zimmerman F.M. Tourism development in mountain region. – Wallington, 2000. – 321 p.
5. www.bukovel.com.

МОНІТОРИНГ, МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ

УДК 506.2

Міщенко Л.В., Крихівський М.В.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

КОМП'ЮТЕРНА ПРОГРАМА ECOSTAT ДЛЯ СТАТИСТИЧНОЇ ОБРОБКИ ЕКОЛОГІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Запропонована розроблена авторами нова комп'ютерна програма ECOSTAT, яка дозволяє автоматизувати рутинний процес визначення геохімічного фону того чи іншого хімічного елемента – забруднювача на певній території.

Ключові слова: статистична обробка, комп'ютерна програма, ґрунти.

Предложена разработанная авторами новая компьютерная программа ECOSTAT, которая позволяет автоматизировать рутинный процесс определения геохимического фона того или иного химического элемента – загрязнителя на определенной территории.

Ключевые слова: статистическая обработка, компьютерная программа, почвы.

Proposed by the authors a new computer program ECOSTAT, which allows you to automate routine process for determining geochemical background of a chemical element – the pollutant in a soil.

Key words: statistical processing, software, soil.

Актуальність проблеми. При екологічних дослідженнях того чи іншого регіону визначається оптимальна мережа екологічних полігонів (рис. 1), на яких відбираються проби з ґрунтового покриття. Після аналізів проб на вміст головних забруднювачів (важких металів та ін.) отримуємо конкретні дані, що складаються у базу даних (табл. 1). Мережа геоекологічних полігонів повинна визначатись таким чином, щоб були охоплені усі різновиди ґрунтів точками відбору проб у залежності від масштабу карти.

Аналіз попередніх досліджень. У процесі обробки отриманих даних використовують різні методи визначення геохімічного фону (табл. 2) з застосуванням варіаційної статистики [2-4, 6-8], для чого нами розроблена нова комп'ютерна програма "ECOSTAT". Це дозволило авторам значно вдосконалити розрахункові та графічні методи визначення регіонального геохімічного фону та аномальних концентрацій забруднюючих речовин, які до наших досліджень ґрунтувались лише на загальних засадах [1, 5, 7].

Викладення основного матеріалу. Статистичні методи вдосконалені авторами в частині групування вибірок, оцінки похибок аналізу та використання геоінформаційних технологій (ГІС). У результаті розрахунки кількісних характеристик розподілу конкретного елемента в ґрунтового покритті склалися із наступних етапів статистичної обробки даних:

- групування аналізів у вибірки;
- перевірка гіпотез розподілу вмістів елементів у вибірці;
- розрахунки статистичних величин розподілу елементів у ґрунтового покритті;
- оцінка середніх значень.

Із праць Ю.Е. Саєта та ін. [4] відомо, що надійність статистичних параметрів визначається правильністю групування вибірок. З точки зору геохімії, це означає, що кожна вибірка повинна належати одному і тому ж об'єкту, характеристики розподілу елементів у якому розглядаються як випадкові величини. У наших дослідженнях такими елементами є ґрунти. Тому, ще при відборі проб, щільність



Рис. 1. Мережа геоекологічних полігонів, де відбирались проби ґрунтів

точок визначалась з урахуванням розподілу ґрунтових відмін та особливостей території. Були опробувані усі головні ландшафтні елементи більш-менш рівномірно. Із досвіду геохімічних досліджень в інших регіонах [3,7] відомо, що для статистичної обробки достатньо мати по 30 і більший кількості проб. У наших дослідженнях цей показник перевищений у 2–4 рази.

Перевірку гіпотез розподілу вмісту елементів у вибірках ми виконували за стандартизованими коефіцієнтами асиметрії (A) і ексцесу (E) з врахуванням s^2 – критерію Пірсона при рівні значимості $q=0,05$ і відповідному ступені свободи. Прийняття гіпотези, що перевіряється, аргументувалось на-

Таблиця 1

База даних із забруднення території Карпатського регіону і Західного Поділля

№ ч/ч	№ проби	Координати		Хімічні елементи						СПЗ	Географічна привязка
		x	y	Hg	Cd	Pb	Cu	Zn	Ni		
		ГДК		2.1	1	30	55	100	4		
1	15	24.188485	48.668527	0.007	0.03	0.3	0.27	4.6	0.2	0.144242424	Богородчани
2	17	24.251053	48.73485	0	0.01	0.6	0.6	6.8	0.3	0.183909091	Богородчани
3	18	24.328962	48.796982	0	0	1.1	0.4	8.1	0	0.124939394	Богородчани
4	19	24.374841	48.836314	0	0	1.4	1.6	8.5	0	0.160757576	Богородчани
5	20	24.41293	48.868235	0.2	0.63	21.4	4.6	18.3	0.3	1.780207792	Богородчани
6	21	24.454884	48.896166	0.006	0.09	2.3	1.9	9.6	0	0.300069264	Богородчани
7	24	24.223352	48.643076	0.001	0	1.6	0.3	3.2		0.091264069	Богородчани
8	25	24.255381	48.671007	0	0	9.8	1.17	10	4.1	1.472939394	Богородчани
9	26	24.301261	48.702359	0	0.003	1.9	0.2	3.5	4.2	1.154969697	Богородчани
10	27	24.341947	48.73599	0.002	0.007	1.4	1.2	6.8		0.144437229	Богородчани

Всього у базі 1441 точка (геоекологічний полігон) відбору проб з результатами аналізів на вміст забруднювачів

ступними параметрами: $A < 3$; $E < 3$; $c^2_{\text{розрах.}} < c^2_{\text{табл.}}$. Розподіл елементів у природних середовищах завжди можна описати обмеженою кількістю законів: нормальним, логнормальним, відображеним логнормальним і логнормальним зі зсувом. У нашому дослідженні таким законом виявився закон нормального розподілу, тому всі розрахунки можна виконувати згідно наведених формул (табл. 2).

При еколого-техногеохімічних дослідженнях, з нашої точки зору, важливе значення мають флуктуації фону. Іноді пропонують відносити до фонових вмістів такі, що на гістограмах знаходяться вище 10-відсоткового рівня. З врахуванням t-критерія Ст'юдента і величини ймовірності визначають фонові вмісти А.А.Беус, Ю.Е.Саєт та ін. Замість t-критерію іноді пропонують аргумент функції Лапласа або емпіричний коефіцієнт, середньоквадратичну похибку опробування або аналізу, середньоарифметичне, середнє логарифмів вмісту та ін.

Враховуючи те, що для аналітичної похибки кожної конкретної вибірки властива флуктуація фону за рахунок нерівномірності розподілу елементів у середовищах довкілля, а також необхідністю виявлення слабких аномалій, ми вважали за необхідне прийняти варіабельність фону в межах $\pm 3 C_{\phi}$. Таким чином, ми прийняли вищенаведені статистичні показники прийнятними для досліджуваного регіону.

Отже, автори пропонують нову комп'ютерну програму ECOSTAT (рис. 2), яка дозволяє автоматизувати розрахунки геохімічного фону і аномалій на основі бази даних (табл. 1).

Для реалізації комп'ютерної програми ECOSTAT ми скористались матеріалами Ю.Г. Щербакова [3] з розподілу елементів у ґрунтах природних ландшафтів світу (табл. 3) та в ґрунтах лісостепової зони (табл. 4). Конкретні матеріали з геохімії ґрунтового покриву у Карпатському регіоні, узагальнені Г.Д. Гуцуляком в 2005 році при агрохімічному районуванні, дозволили нам побудувати аналогічну таблицю і виявити статистичні параметри, в тому числі регіональний геохімічний фон і аномалії (табл. 5) для сірих лісових опідзолених ґрунтів Карпатського регіону, та побудувати ряд графіків (рис. 3–7).

Отримані шляхом використання комп'ютерної програми ECOSTAT статистичні показники фонових вмістів і аномальності використовуються для побудови еколого-техногеохімічних карт.

На еколого-техногеохімічну карту розповсюдження того чи іншого елемента в конкретному середовищі виносяться ізолінії його рівних концентрацій (ізоконцентратів), які повинні відповідати середньому вмісту елемента в кожному характерному інтервалі. Тобто ізолінії концентрацій елементів

Формули для статистичних розрахунків

Статистичні параметри	Розрахункові формули
Середнє:	
Арифметичне	$\bar{X} = \sum X_i / N$
Логарифмів	$\lg \bar{X} = \sum \lg X_i / N$
максимально правдиве	$C = 10^{\lg X + 1.1513 S_{\lg}^2}$
Дисперсія розподілу:	
Вмістів	$S^2 = \sum (X_i - \bar{X})^2 / N - 1$
логарифмів вмістів	$S_{\lg}^2 = \sum (\lg X_i - \lg \bar{X})^2 / N - 1$
Середньоквадратичне відхилення:	
середнє логарифмів вмістів	$S_{\lg} = \sqrt{\sum (\lg X_i - \lg \bar{X})^2 / N - 1}$
максимально правдиве	$S = \sqrt{\frac{C_1 - C}{4}} (10^{\lg X + 1.1513 S_{\lg}^2} - 1)$
відносне, %	$S = 100 \sqrt{10^{\lg X + 1.1513 S_{\lg}^2} - 1}$
Коефіцієнт асиметрії	$A = \sum (X_i - \bar{X})^3 / N \cdot S^3 \sqrt{6(N+3)^{-1}}$ $A_{\lg} = \sum (\lg X_i - \lg \bar{X})^3 / N \cdot S^3 \sqrt{6(N+3)^{-1}}$
Коефіцієнт ексцесу	$\mathfrak{A} = \sum \frac{(X_i - \bar{X})^4}{NS^4} - 3 / \sqrt{25(N+5)^{-1}}$ $\mathfrak{A}_{\lg} = \sum \frac{(\lg X_i - \lg \bar{X})^4}{NS^4} - 3 / \sqrt{25(N+5)^{-1}}$
Коефіцієнт Пірсона	$X^2 = \sum (n_j - n_j)^2 / n_j$
t-критерій Ст'юдента	$t_c = (X_1 - X_2) / \sqrt{\frac{S^2 X_1}{N_1} + \frac{S^2 X_2}{N_2}}$
t-критерій Родіонова	$t_r = \frac{\lg X_1 - \lg X_2 + 1.153(S_{\lg X_1}^2 - S_{\lg X_2}^2)}{\sqrt{\frac{S_{\lg X_1}^2}{N_1} + \frac{S_{\lg X_2}^2}{N_2} + 2.65 \left[\frac{S_{\lg X_1}^4}{N_1 - 1} + \frac{S_{\lg X_2}^4}{N_2 - 1} \right]}}$
Фоновий вміст	$X_{\phi} = 50\%$ частоти зустрічання
Флуктуація фону	$X_{\phi n} - X_{\phi} = X_{\phi} \cdot mS$
Кларк концентрації	$K = X_{\phi}(C_{\phi})$ Кларк
Коефіцієнт концентрації	$K = X(C_{\phi}) \text{ вибірки} / X_{\phi}(C_{\phi}) \text{ рег.}$
Коефіцієнт аномальності, %	$K_{an} = 100 N_{an} / N$

на картах проводяться не довільно, як іноді можна бачити на геохімічних картах, а тільки через характерні інтервали. Тоді ізолінії будуть передавати характер розповсюдження елемента в середовищі до-вкільля. Це обґрунтовується хвильово-роєвим характером розподілу вмістів того чи іншого елемента в своїх інтервалах.

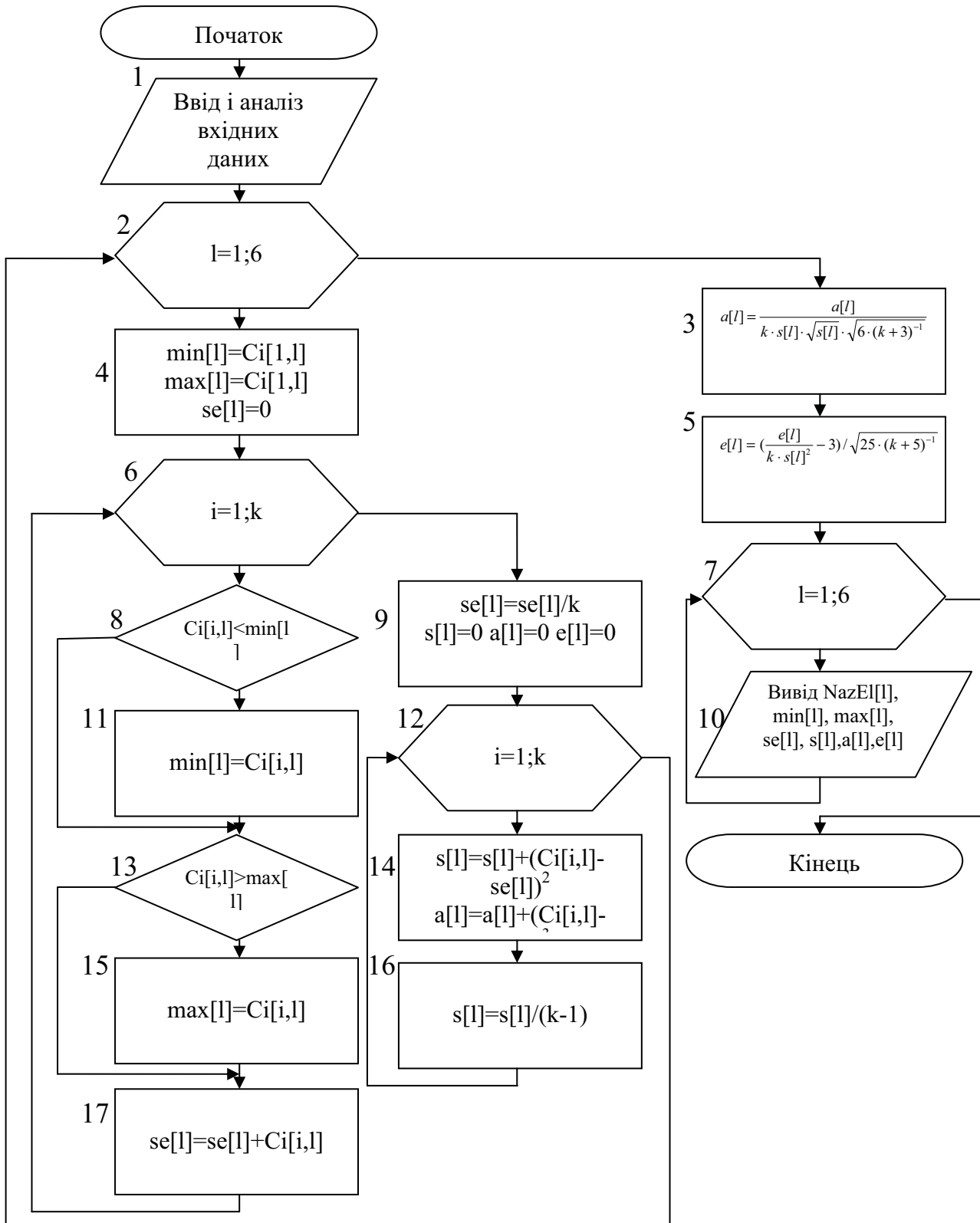


Рис. 2. Графічний алгоритм програми ECOSTAT для розрахунку статистичних параметрів

Таблиця 3

**Розподіл елементів у ґрунтах природних ландшафтів світу
(Ю.Г. Щербаков та ін., 1996)**

Елемент	N вибірки	Вміст, мг/кг			Статистичні параметри				
		$X_{\min}$	$X_{\max}$	$\bar{X}$	S	A	E	X_{ϕ}	K
Li	249	6.7	47.4	25.4	8.1	2.5	-0.4	25.0	0.83
Be	269	0.1	8.0	2.6	1.5	2.8	-0.5	2.2	0.37
P	482	1.0	2000.0	583.3	304.8	14.1	15.5	464.4	4.22
Sc	327	1.0	80.0	15.8	10.1	6.9	13.7	14.8	2.11
Ti	190	300.0	10000	4295.8	2059.9	6.0	3.2	3428.2	0.74
V	247	11.1	155.5	63.8	31.5	2.9	-1.4	59.3	0.59
Cr	386	16.6	775.0	91.5	61.3	44.3	184.5	80.0	0.40
Mn	386	180.0	4400	779.4	295.3	40.5	233.3	764.8	0.90
Co	386	1.5	33.0	8.8	5.5	4.2	2.0	10.0	1.0
Mi	386	4.0	142.8	36.6	18.6	14.4	23.3	43.3	1.08
Cu	417	2.0	60.0	25.1	95	1.9	3.4	25.4	1.27
Zn	400	10.0	334.0	76.6	35.5	33.5	101.3	72.0	1.44
Ga	267	1.0	40.0	16.4	7.9	1.9	-1.2	14.6	0.46
As	425	1.29	55.1	22.0	12.9	1.1	-3.8	22.5	4.5
Rb	247	16.8	945.4	148.7	210.7	17.2	17.7	81.1	1.35
Sr	249	102.8	976.4	191.5	101.4	28.0	74.4	166.1	0.55
Zr	269	1.0	500.0	246.3	95.0	-2.1	-0.1	204.2	0.68
Mo	312	1.0	20.0	3.5	1.7	30.0	114.9	2.7	1.35
Cd	519	0.01	1.87	0.18	0.15	39.1	161.2	0.15	0.30
Cs	249	0.7	8.1	3.9	1.4	1.4	0.0	3.8	0.76
Ba	249	42.0	628.6	383.0	73.3	-5.5	14.8	387.3	0.78
Hg	619	0.002	9.35	0.21	0.74	87.8	429.4	0.07	7.0
Pb	499	4.0	60.0	19.7	9.3	4.4	-0.3	16.4	1.64

Таблиця 4

**Розподіл елементів у ґрунтах лісостепової зони
(В.П. Ковальов та ін., 1996)**

Елемент	N вибірки	Вміст, мг/кг			Статистичні параметри				
		$X_{\min}$	$X_{\max}$	$\bar{X}$	S	A	E	X_{ϕ}	K
Li	278	6.7	47.4	26.5	8.2	0.5	-1.1	270	0.9
V	273	11.1	8.0	68.2	30.2	0.45	-1.4	69.2	0.7
Cr	307	16.6	2000.0	92.3	67.0	37.7	143	77.5	0.39
Mn	307	180	80.0	773	215	3.0	10.6	774	0.91
Co	307	1.5	10000	9.2	5.2	2.1	2.3	10.0	1.0
Ni	307	4.0	155.5	35.7	18.2	11.6	13.4	32.0	0.8
Cu	333	2.0	775.0	25.5	9.9	2.3	2.8	25.1	1.26
Zn	316	10.0	4400	78.4	38.6	28.6	77.1	71.4	1.43
As	325	1.29	33.0	20.8	12.7	1.2	-4.2	21.1	4.22
Rb	273	16.8	142.8	122	173	14.6	29.5	10.6	1.8
Sr	278	80.0	60.0	185	71.9	15.2	43.6	175	0.6
Cd	424	0.01	334.0	0.18	0.15	37.7	157	0.14	0.28
Cs	226	0.4	40.0	4.1	1.5	0.1	-0.6	3.9	0.8
Ba	278	42.0	55.1	420	85.6	2.8	3.0	411	0.8
Hg	470	0.003	945.4	0.23	0.84	68.2	291	0.065	6.5
Pb	289	102.8	4.0	19.1	8.1	3.0	2.7	20.2	2.0

Таблиця 5

**Розподіл елементів у сірих лісових опідзолених ґрунтах
Карпатського регіону (Г.Д. Гуцуляк та ін., 2005)**

Елемент	N вибірки	Вміст, мг/кг			Статистичні параметри				
		$X_{\min}$	$X_{\max}$	$\bar{X}$	S	A	E	X_{ϕ}	K
V	47	20.0	111	70.9	26.1	-1.3	-1.6	71.0	0.71
Cr	50	55.5	138.2	92.8	17.1	0.3	0.1	92.8	0.47
Mn	50	260	4400	945	590	12.3	33.2	796	0.94
Co	50	2.0	26.0	8.6	6.1	3.3	0.8	8.0	0.8
Ni	50	9.8	82.0	39.1	13.6	1.2	2.5	39.1	0.95
Cu	55	6.0	42.3	26.4	8.1	-2.6	1.2	26.4	1.37
Zn	55	30.0	104	73.1	16.8	-3.2	0.8	79.2	1.58
As	68	3.0	55.1	27.7	12.2	1.2	-0.4	27.7	4.9
Rb	47	46.8	921	137	186	8.8	11.6	140	2.33
Sr	47	120	244	182	26.0	-0.1	-0.9	180	0.6
Cd	68	0.02	0.87	0.21	0.14	6.1	8.9	0.2	0.4
Cs	26	1.7	8.3	4.1	1.2	-0.5	-0.7	1.2	0.24
Ba	47	278	688	444	83.6	1.4	0.9	445	0.89
Hg	97	0.003	1.75	0.21	0.25	13.2	31.0	0.12	12.0
Pb	54	6.0	40.0	19.8	9.4	1.1	-	20.0	2.0

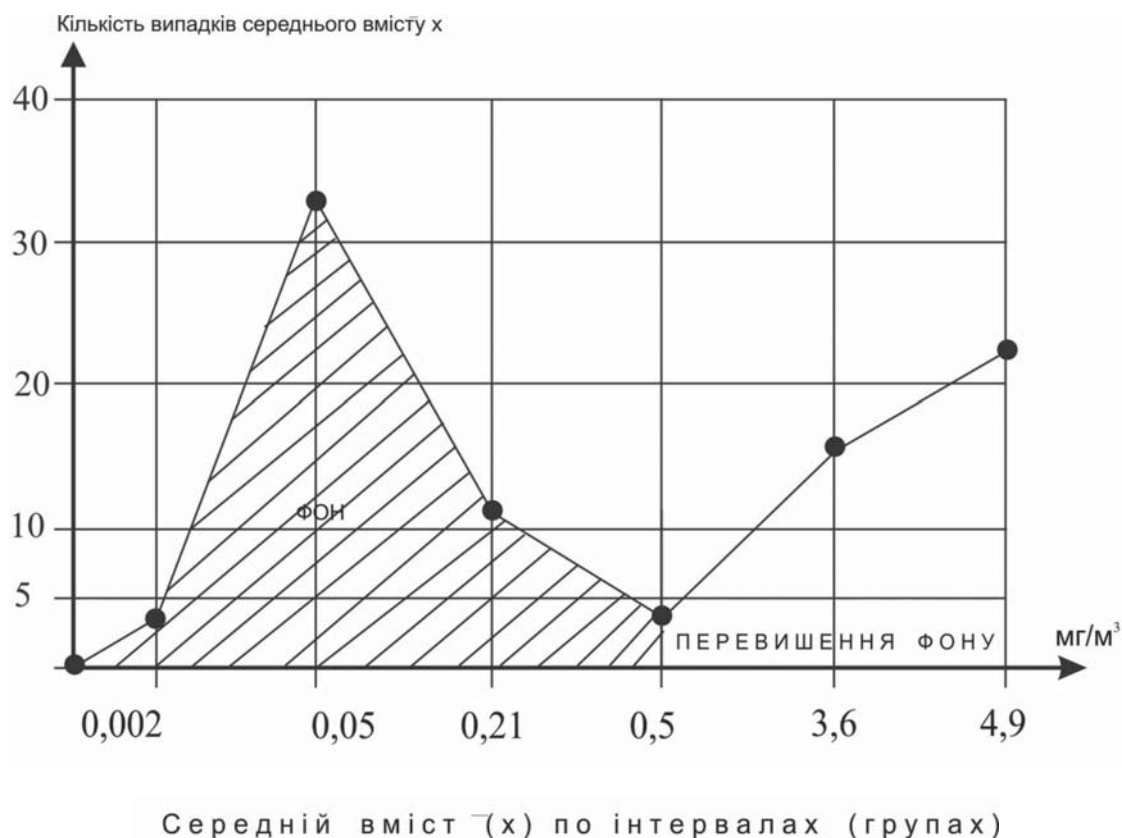


Рис. 3. Розподіл середніх вмітів ($\bar{X}$) чадного газу по інтервалах (групах) в атмосферному повітрі Гусятинського району

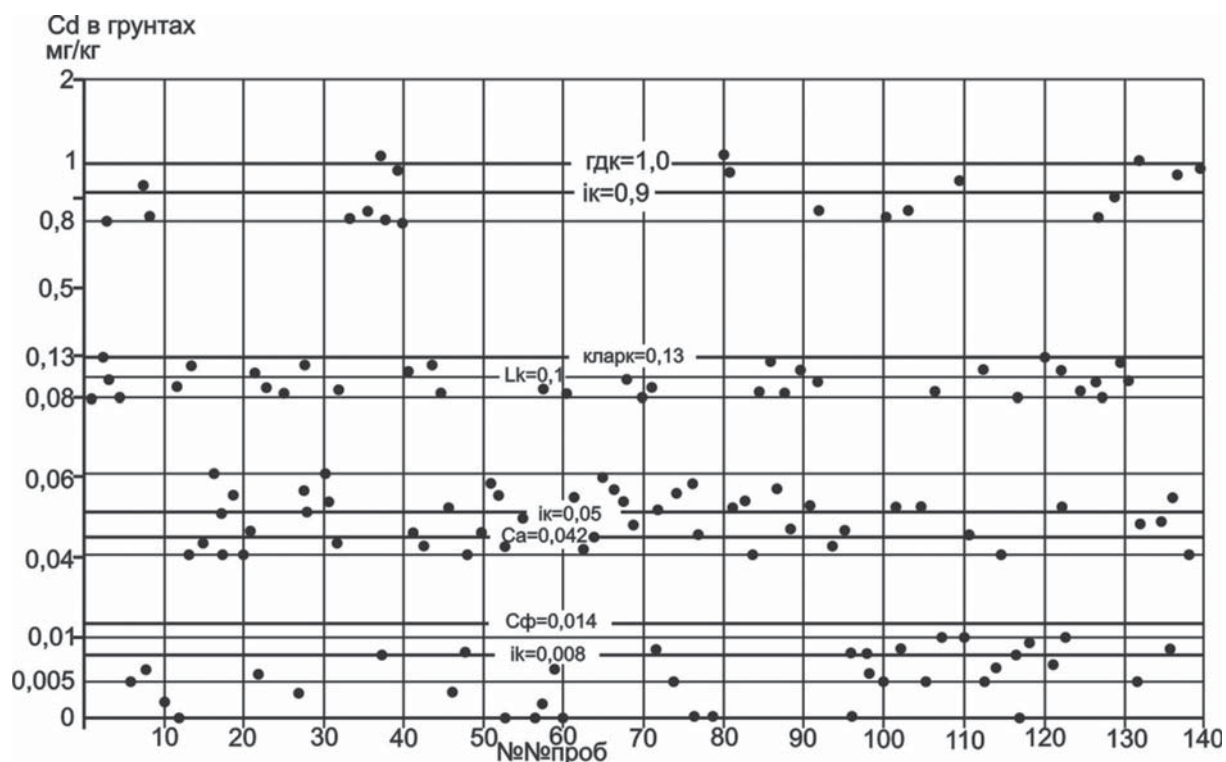


Рис. 4. Розповсюдження кадмію Cd в грунтах Дністровського каньйону: графічно-розрахункове визначення фонових і аномальних значень

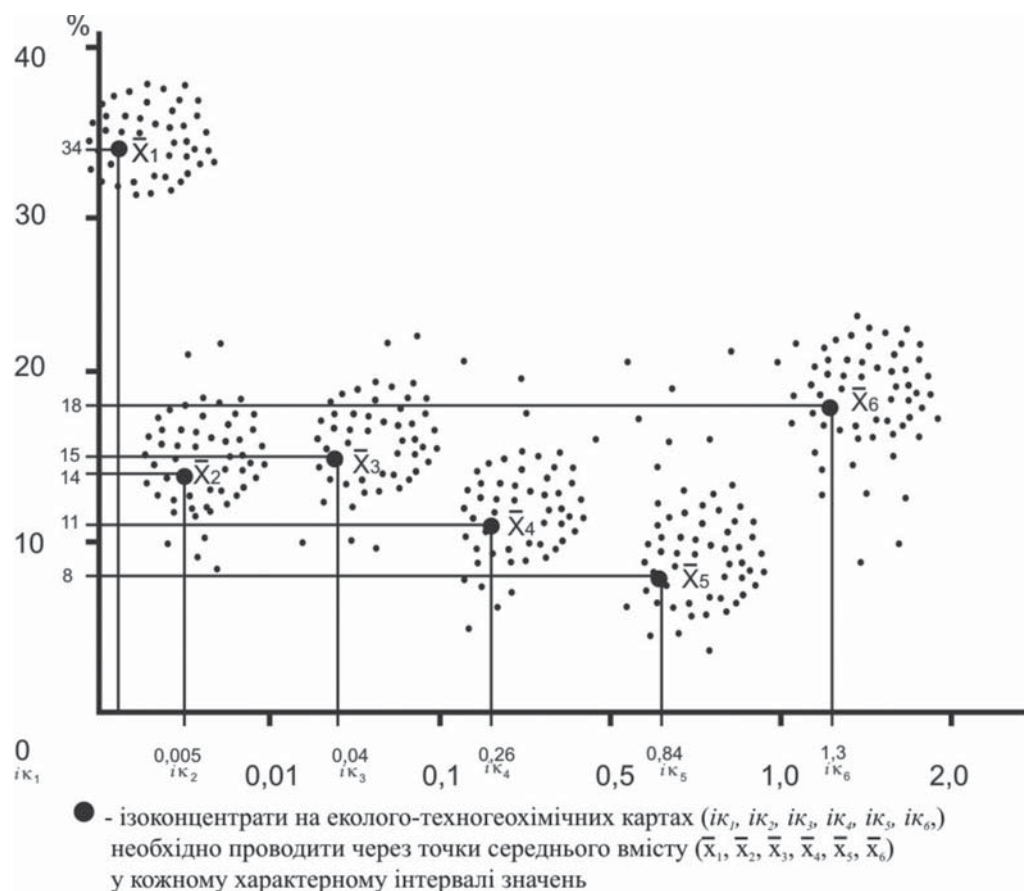


Рис. 5. Хвильово-ройовий характер розподілу забруднюючих речовин у грунтах біля потужного джерела викидів політантів в атмосферне повітря

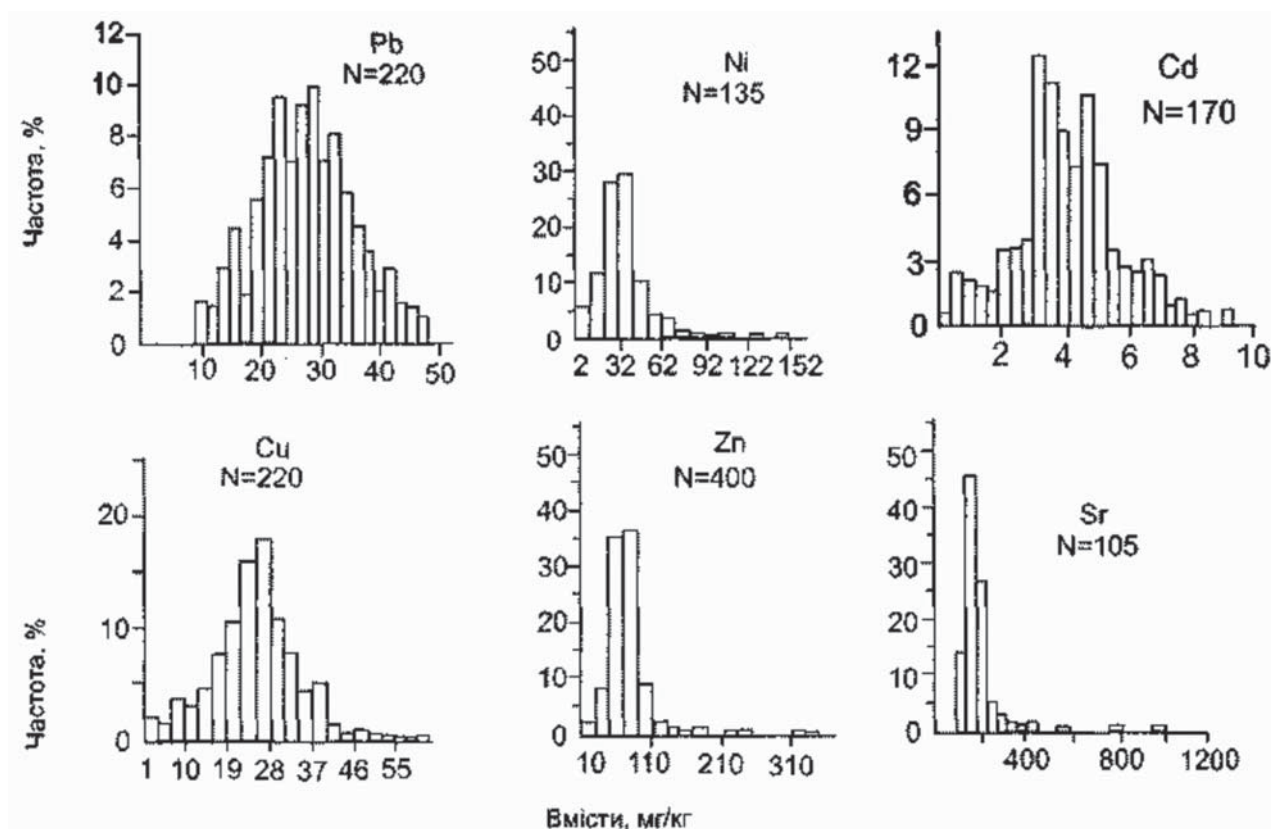


Рис. 6. Гістограми розподілу хімічних елементів у ґрунтах, мг/кг, N – кількість проб у вибірці

Поелементні еколого-техногеохімічні карти вмісту того чи іншого елемента в компонентах ландшафтів будуються шляхом інтерполяції даних від одного екологічного полігону до сусіднього (рис.7).

Висновки. Таким чином комп'ютерна автоматизація обробки екологічної інформації для розрахунків статистичних параметрів дозволяє істотно оптимізувати процес складання екологічних карт.

Література

1. Зорін Д.О. Еколого-геохімічна оцінка Дністровського каньйону як регіонального коридору національної екологічної мережі України: автореф. дис. на здоб. наук. ступ. канд. геол. наук: спец. 21.06.01 – екологічна безпека / Д.О.Зорін. – Івано-Франківськ, 2008. – 19 с.
2. Виноградов А.П. Биохимические провинции / А.П.Виноградов // Труды Юбилейной сессии, посвященной 100-летию со дня рождения В.В.Докучаева. – М.-Л., 1949. – 124 с.
3. Росляков Н.А. Геохимия Западной Сибири / Н.А.Росляков, В.П.Ковалев, Ф.В.Сухоруков, Ю.Г.Щербаков и др. – Новосибирск: изд-во СО РАН, 1996. – 248 с.
4. Саєт Ю.А. Геохимия окружающей среды / Ю.А. Саєт, Б.А. Ревич, Е.П. Янина и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
5. Audits II. Agra Earth an Environmental Ltd. / Audits II. – Calgary: Canada, 1995. – PP. 13-21.
6. Environmental auditing: an introduction and practical guide / Environmental // The British Library, 1993. – №3. – 78 p.
7. Klope A. Content of arsenic, cadmium, chromium, fluorine, lead, mercury and nickel in plants grow on contaminated soil, papers present at United Nations-ECE Symp. On Effects of Air-borne Pollution on Vegetation / A.Klope. – Warsaw, 1979. – 20. – 192 p.

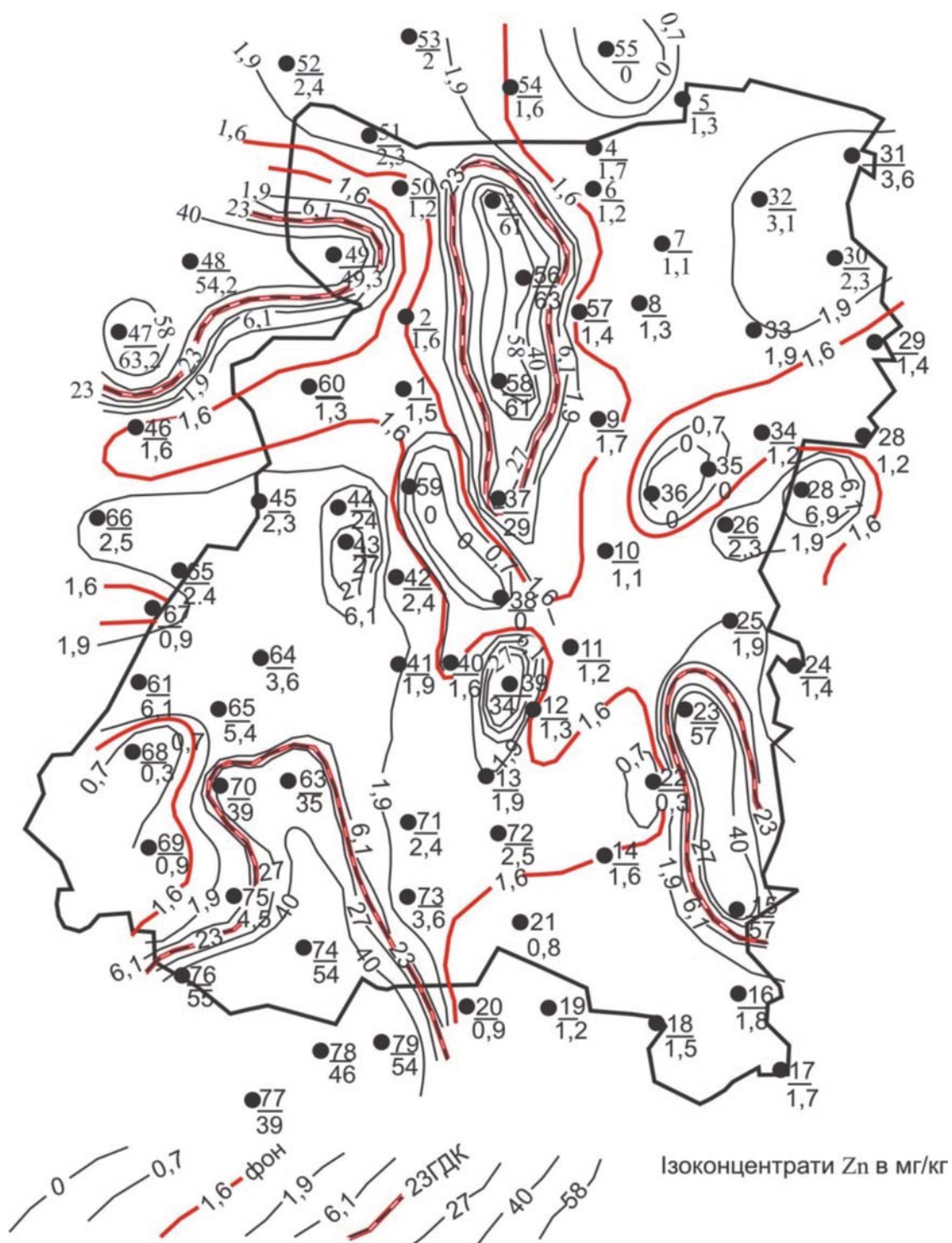


Рис. 7. Еколого-техногеохімічна карта вмісту (мг/кг) цинку (Zn) у ґрунтах Гусятинського району Тернопільської області. М 1:100000

8. Tornton I. Aspects geochemistry and health in the United Kingdom / I.Tornton // Origin and Distribution of the Elements. – 1978: Pergamon Press. – Vol. II. – PP. 791-805.

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ МЕТОДИК ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ДАННЫХ КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА, ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЗЕРНОВЫМ КУЛЬТУРАМ СТЕПНОЙ ЗОНЫ УКРАИНЫ

Для регіонів України актуальною є задача визначення продуктивності сільськогосподарських земель та постійний моніторинг їх використання. Стаття носить оглядовий характер. На основі аналізу відомих робіт по використанню супутникових систем дистанційного зондування Землі для вирішення тематичних задач України в області сільського господарства проводиться аналіз відомих методик визначення вегетаційних признаков рослин. Розглядаються особливості визначення стану рослин і вирішуються інші задачі в області сільського господарства, підготовлений перехід до вирішення задач точного землекористування.

Ключові слова: дистанційне зондування Землі, вегетаційні індекси, індекси зеленості, індекси вмісту азоту.

Для регионов Украины актуальной является задача определения продуктивности сельскохозяйственных земель и постоянный мониторинг их использования. Статья носит обзорный характер. На основе анализа известных работ по использованию спутниковых систем дистанционного зондирования Земли для решения тематических задач Украины в области сельского хозяйства проводится анализ известных методик определения вегетационных признаков растений. Рассматриваются особенности определения состояния растений и решаются другие задачи в области сельского хозяйства, подготовлен переход к решению задач точного земледелия.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, вегетационные индексы, индексы зелени, индексы содержания азота.

For the regions of Ukraine is the actual task of determining the productivity of agricultural land and permanent monitoring of their use. The article is a review. On the basis of well-known work on the use of satellite remote sensing to solve the problems of Ukraine in case of agriculture the analysis of the known methods for determining vegetation characteristics of plants. The features determine the status of plants and other problems are solved in the field of agriculture, the transition has been prepared for the challenges of precision farming.

Keywords: remote sensing, vegetation index, broadband greenness, canopy Nitrogen.

Введение. Основными тематическими задачами систем дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в области сельского хозяйства являются: инвентаризация сельскохозяйственных угодий, контроль состояния посевов, выделение участков эрозии, заболачивания, засоленности и опустынивания, определение состава почв, слежение за качеством и своевременностью проведения различных сельскохозяйственных мероприятий, наблюдение за динамикой развития сельскохозяйственных культур и прогнозирование урожайности [3, 4].

Постановка задачи. Характерным признаком растительности и её состояния является спектральная отражательная способность, характеризующаяся большими различиями в отражении излучения разных длин волн [10]. Поэтому знания о связи структуры и состояния растительности с её спектральными отражательными способностями лежат в основе решения тематических задач сельского хозяйства.

Для работы со спектральной информацией строят так называемые «индексные» изображения. На основе комбинаций значений яркости в различных спектральных каналах и расчёта по этим значени-

ям «спектрального індекса» створюються зображення об'єкта, відповідуючі значенню індекса в кожному пікселі, що дозволяє виділити досліджувану об'єкт і оцінити його стан. Спектральні індекси, що використовуються для оцінки стану рослинності, отримали назву вегетаційних індексів. Вегетаційні індекси виводяться емпірично. В даний час відомо близько 160-ти варіантів вегетаційних індексів. Вони підбираються експериментально, виходячи з відомих особливостей відбивної здатності рослинності і ґрунтів [10].

Результати досліджень.

1. Приклади розрахунку і застосування вегетаційних індексів. Для розрахунку більшості вегетаційних індексів використовуються два найбільш стабільних ділянки спектральної відбивної здатності рослин [1, 7, 10]. На червону зону спектра (0,62–0,75 мкм) припадає максимум поглинання сонячного випромінювання хлорофілом, а на ближню інфрачервону зону (0,75–1,3 мкм) максимальне відбиття сонячної енергії клітинною структурою листя (рис. 1) [5]. В зв'язі з цим висока фотосинтетична активність (зв'язана з великою фітомасою рослинності) веде до більш низьких значень коефіцієнтів відбиття в червоній зоні спектра і більш високим значенням в ближній інфрачервоній області. Відношення цих показників одне до одного дозволяє чітко відокремлювати рослинність від інших природних об'єктів.

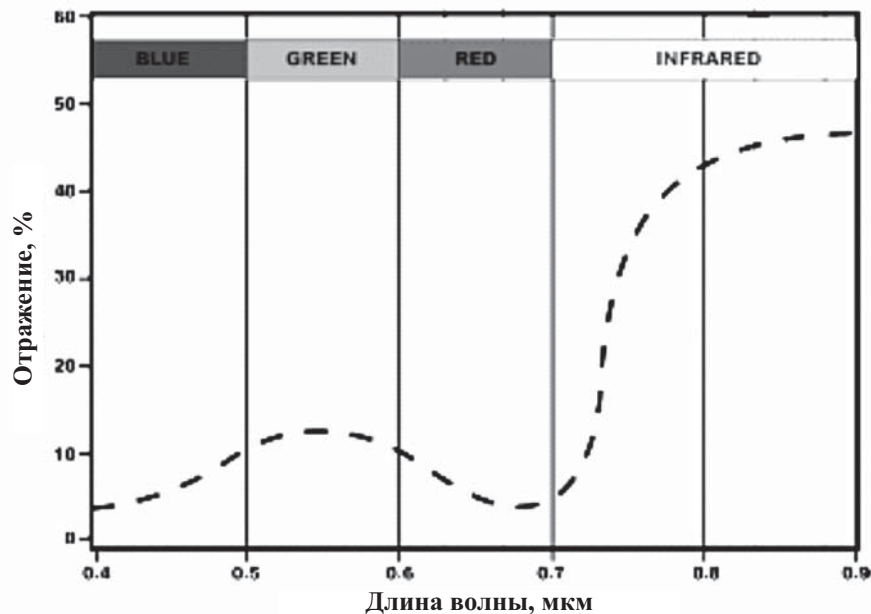


Рис. 1. Ділянки характерної кривої відбиття рослинності (середньої), що використовуються для розрахунку NDVI за допомогою даних MODIS

Для обробки космічних знімків розроблено спеціальний програмний комплекс ENVI і спеціальний калькулятор вегетаційних індексів ВІ ENVI, який дозволяє розраховувати 27 вегетаційних індексів, що використовуються для оцінки стану рослинності [1, 2, 5, 7, 10]. Індекси сгрупувані в категорії за властивістю рослинності, яку вони характеризують.

Broadband Greenness (5 індексів): індекси «зеленості», розраховані за даними в широких спектральних зонах:

Normalized Difference Vegetation Index

$$NDVI = \frac{P_{NIR} - P_{RED}}{P_{NIR} + P_{RED}}, \quad (1)$$

Simple Ratio Index

$$SR = \frac{P_{NIR}}{P_{RED}}, \quad (2)$$

Enhanced Vegetation Index

$$EVI = 2.5 \left(\frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + 6\rho_{RED} - 7.5\rho_{BLUE} + 1} \right), \quad (3)$$

Atmospherically Resistant Vegetation Index

$$ARVI = \frac{\rho_{NIR} - (2\rho_{RED} - \rho_{BLUE})}{\rho_{NIR} + (2\rho_{RED} - \rho_{BLUE})}, \quad (4)$$

SumGreenIndex

$$SGI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED} - \rho_{BLUE}}. \quad (5)$$

Индексы этой группы отражают общее количество растительности и используются для оценки ее состояния при решении широкого круга задач. Они суммируют и отражают влияние таких факторов, как содержание хлорофилла, площадь листовой поверхности, сомкнутость и структура растительного покрова. Вегетационные индексы этой группы хорошо коррелируют с индексом фотосинтетически активной радиации (fAPAR) и индексом листовой поверхности (LAI). Их можно использовать при работе с любыми мультиспектральными аэрокосмическими снимками высокого, среднего или низкого разрешения, у которых есть спектральные каналы в красной (0,60–0,75 мкм) и ближней инфракрасной (0,75–1,3 мкм) зонах.

Основное назначение этих индексов – картирование растительного покрова, выявление площадей покрытых и непокрытых растительностью, оценка и мониторинг состояния растительного покрова, оценка продуктивности и урожайности.

Narrowband Greenness (7 индексов): индексы «зелености», рассчитываемые по данным в узких спектральных зонах:

Red Edge Normalized Difference Vegetation Index

$$NDVI_{705} = \frac{\rho_{750} - \rho_{705}}{\rho_{750} + \rho_{705}}, \quad (6)$$

Modified Red Edge Simple Ratio Index

$$mSR_{705} = \frac{\rho_{750} - \rho_{445}}{\rho_{705} + \rho_{445}}, \quad (7)$$

Modified Red Edge Normalized Difference Vegetation Index

$$mNDVI_{705} = \frac{\rho_{750} - \rho_{750}}{\rho_{750} + \rho_{705} - 2\rho_{445}}, \quad (8)$$

Vogelmann Red Edge Index 1

$$VOG1 = \frac{\rho_{740}}{\rho_{720}}, \quad (9)$$

Vogelmann Red Edge Index 2

$$VOG2 = \frac{\rho_{734} - \rho_{747}}{\rho_{715} + \rho_{720}}, \quad (10)$$

Vogelmann Red Edge Index 3

$$VOG3 = \frac{\rho_{734} - \rho_{747}}{\rho_{715} + \rho_{720}}, \quad (11)$$

Red Edge Position Index

$$RedEdgePositionIndex = NDVI_{205} + mSR_{205} + VOG1 + VOG2 + VOG3. \quad (12)$$

Индексы этой группы также отражают общее количество и состояние растительности. Все, сказанное для предыдущей группы индексов (Broadband Greenness), справедливо и здесь. Отличие в том, что для расчетов этих индексов используются значения коэффициентов отражения на участке спектра от 0,690 до 0,750 мкм, т. е. рассматривается область ближнего инфракрасного склона спектральной кривой растительности (red edge).

Использование значений коэффициентов отражения в узких спектральных зонах позволяет с помощью индексов фиксировать даже небольшие изменения состояния растительности. Расчет индексов возможен только по гиперспектральным аэрокосмическим снимкам.

Light Use Efficiency (3 індекса): індекси ефективності використання світла:
Photochemical Reflectance Index

$$PRI = \frac{\rho_{531} - \rho_{570}}{\rho_{531} + \rho_{570}}, \quad (13)$$

Structure Insensitive Pigment Index

$$SIPI = \frac{\rho_{800} - \rho_{445}}{\rho_{800} + \rho_{680}}, \quad (14)$$

Red Green Ratio Index

$$RGI = \frac{\rho_{green}}{\rho_{red}}. \quad (15)$$

Індекси цієї групи відображають ефективність, з якою рослинність здатна використовувати поступаючий світ для фотосинтезу. Вони добре корелюють з ефективністю усвоєння вуглецю та з активністю росту, а також тісно пов'язані з поглинанням фотосинтетички активної радіації.

Вегетаційні індекси враховують співвідношення між різними типами пігментів для оцінки загальної ефективності використання світла. Індекси допомагають оцінити ріст та продуктивність рослин, що актуально при вирішенні сільськогосподарських завдань.

Canopy Nitrogen (1 індекс): індекс вмісту азоту в рослинному покриві:

Normalized Difference Nitrogen Index

$$NDNI = \frac{\log\left(\frac{1}{\rho_{1510}}\right) - \log\left(\frac{1}{\rho_{1680}}\right)}{\log\left(\frac{1}{\rho_{1510}}\right) + \log\left(\frac{1}{\rho_{1680}}\right)}. \quad (16)$$

Цей індекс відображає концентрацію азоту в рослинному покриві. Азот входить до складу білків, хлорофілла та багатьох інших органічних сполук. Високі концентрації зазвичай спостерігаються в швидко ростучій рослинності. При азотному голоданні листя набуває блідо-зеленого забарвлення, мельчає, зменшується розгалуження пагонів. При надлишку азоту посилюється ріст, тканина стає рихлою, цвітіння затримується. Вегетаційні індекси, чутливі до хлорофілу, часто одночасно відображають вміст азоту. Для розрахунку відносного вмісту азоту в рослинному покриві використовується середній інфрачервоний діапазон (SWIR).

Dry or Senescent Carbon (3 індекса): індекси вмісту вуглецю в формі лігніну та целюлози:

Normalized Difference Lignin Index

$$NDLI = \frac{\log\left(\frac{1}{\rho_{1754}}\right) - \log\left(\frac{1}{\rho_{1680}}\right)}{\log\left(\frac{1}{\rho_{1754}}\right) + \log\left(\frac{1}{\rho_{1680}}\right)}, \quad (17)$$

Cellulose Absorption Index

$$CAI = 0.5(\rho_{2000} + \rho_{2200}) - \rho_{2100}, \quad (18)$$

Plant Senescence Reflectance Index

$$PSRI = \frac{\rho_{680} - \rho_{500}}{\rho_{750}}. \quad (19)$$

Ці індекси розроблені для врахування загальної кількості «сухого» вуглецю в формі лігніну та целюлози. Такий вуглець у великих кількостях присутній у деревині та в мертвих або сухих рослинних тканинах. Збільшення цих показників може відображати процес «старіння» та відмирання рослин. Для розрахунку відносного вмісту азоту в рослинному покриві використовується середній інфрачервоний діапазон (SWIR).

Ці індекси широко використовуються при оцінці пожежонебезпеки на території.

Leaf Pigments (4 індекса): індекси вмісту пігментів – каротиноїди та антоціанини:

Carotenoid Reflectance Index 1

$$CRI1 = \left(\frac{1}{\rho_{510}}\right) - \left(\frac{1}{\rho_{550}}\right), \quad (20)$$

Carotenoid Reflectance Index 2

$$CRI2 = \left(\frac{1}{\rho_{510}} \right) - \left(\frac{1}{\rho_{700}} \right), \quad (21)$$

Anthocyanin Reflectance Index 1

$$ARI1 = \left(\frac{1}{\rho_{550}} \right) - \left(\frac{1}{\rho_{700}} \right), \quad (22)$$

Anthocyanin Reflectance Index 2

$$ARI2 = \rho_{800} \left[\left(\frac{1}{\rho_{550}} \right) - \left(\frac{1}{\rho_{700}} \right) \right]. \quad (23)$$

Индексы этой группы оценивают пигменты, характерные для растений в состоянии стресса. К ним относятся каротиноиды и антоцианины, которые наблюдаются в значительных количествах у угнетенной растительности. Индексы не учитывают хлорофилл, так как он измеряется с использованием индексов «зелености». Области применения индексов Leaf Pigments является сельское хозяйство (мониторинг состояния полей и оценка урожайности), а также выявление участков растительного покрова, находящихся в стрессовом состоянии.

Часто индексы могут показать стрессовое состояние растительности еще до того, как оно будет заметно «невооруженным глазом». Для их расчета используются данные в узких спектральных зонах видимого диапазона.

Canopy Water Content (4 индекса): индексы для оценки содержания влаги в растительном покрове:
Water Band Index

$$WBI = \frac{\rho_{900}}{\rho_{970}}, \quad (24)$$

Normalized Difference Water Index

$$NDWI = \frac{\rho_{857} - \rho_{1241}}{\rho_{857} + \rho_{1241}}, \quad (25)$$

Moisture Stress Index

$$MSI = \frac{\rho_{1599}}{\rho_{819}}, \quad (26)$$

Normalized Difference Infrared Index

$$NDII = \frac{\rho_{819} - \rho_{1649}}{\rho_{819} + \rho_{1649}}. \quad (27)$$

Эти индексы разработаны для оценки содержания влаги в растительном покрове. Содержание воды – важный показатель, высокое содержание влаги характерно для здоровой растительности, которая быстрее растет и более устойчива к пожарам. Для расчетов индексов используется ближний и средний инфракрасный диапазоны. Индексы широко применяются при оценке пожароопасности на территории вместе с индексами группы Dry or Senescent Carbon.

Каждая из перечисленных групп индексов предназначена для оценки какого-либо из свойств растительного покрова и содержит несколько индексов. Для конкретных природных условий и различных задач одни индексы из группы могут дать более точные результаты, чем другие. Сравнивая результаты расчетов индексов с полевыми данными, можно выбрать индекс, максимально точно отражающий исследуемое свойство. Таким образом, существенно повышается точность результатов при последующей обработке.

Наиболее популярный и часто используемый индекс – NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) – нормализованный разностный индекс растительности, впервые был описан Rouse B.J. в 1973 г. – простой количественный показатель количества фотосинтетически активной биомассы (обычно называемый вегетационным индексом). Один из самых распространенных и используемых индексов для решения задач, использующих количественные оценки растительного покрова. Проанализировав

перечень вегетативных индексов и их параметров мы также пришли к выводу, чтобы использовать для наших дальнейших исследований вегетативный индекс NDVI.

По снимкам, где есть только красная и ближняя инфракрасная спектральные зоны, можно рассчитать только два индекса – NDVI и RVI.

Нормализованный разностный вегетационный индекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) характеризует плотность растительности, что позволяет растениеводам оценить всхожесть и рост растений, продуктивность угодий. Индекс рассчитывается как разность значений коэффициентов отражения в ближней инфракрасной и красной областях спектра (таблица 1) [5], делённая на их сумму. В результате значения NDVI меняются в диапазоне от -1 до 1.

Известно [1, 2, 5, 7], что для зелёной растительности, отражения в красной области спектра всегда меньше чем в ближней инфракрасной за счёт поглощения света хлорофиллом. Поэтому значение NDVI для растительности не могут быть меньше нуля.

Таблица 1

Значения коэффициента отражения для различных типов объектов

Тип объекта	Коэффициент отражения в красной области спектра	Коэффициент отражения в ближней инфракрасной области спектра	Значение NDVI
Густая растительность	0,1	0,5	0,7
Разряженная растительность	0,1	0,3	0,5
Открытая почва	0,25	0,3	0,025
Облака	0,25	0,25	0
Снег и лед	0,375	0,35	-0,05
Вода	0,02	0,01	-0,25
Искусственные материалы (бетон, асфальт)	0,3	0,1	-0,5

Расчёт индекса для каждого пиксела космического снимка по красной и ближней инфракрасной спектральным зонам позволяет получить производное изображение – карту NDVI (рис. 2).



Рис. 2. Карта NDVI

NDVI позволяет выявить проблемные зоны угнетённой растительности, давая возможность принимать решения, направленные на повышение урожайности. Участки с различным состоянием растительности или объёмом зелёной фитомассы изображаются на карте NDVI различными цветами (рис. 2) [5]. Путём статистической обработки карт NDVI, кроме определения количества фитомассы, можно также выделить площади посева различных сельскохозяйственных культур. NDVI является интегральным показателем развития растительности, общепринятым индикатором «зелёного в отражённом от поверхности земли солнечного излучения».

На территории земной поверхности, не покрытой облачностью, NDVI есть индикатором участков с зелёной растительностью. NDVI рассчитывается как отношение разности яркости пикселей изображения в инфракрасном (ИК) и красном (К) диапазонах спектра к их сумме:

$$NDVI = \frac{P_{nir} - P_{red}}{P_{nir} + P_{red}} \quad (28)$$

При этом, чем большее значение данного индекса, тем более яркой является растительность.

Расчёт NDVI территории Украины с использованием информации спектрорадиометра КА НОАА проводился по формуле [2]:

$$NDVI = \frac{2K-1K}{1K+2K}, \quad (29)$$

где 1 канал – видимый диапазон (длина волны 0,58–0,68 мкм),

2 канал – видимый диапазон (длина волны 0,725–1,1 мкм).

Ниже на рис. 3 приведена тематическая карта, которая наглядно демонстрирует распределение NDVI в период вегетации растительности на территории Украины в 2007 году [8].

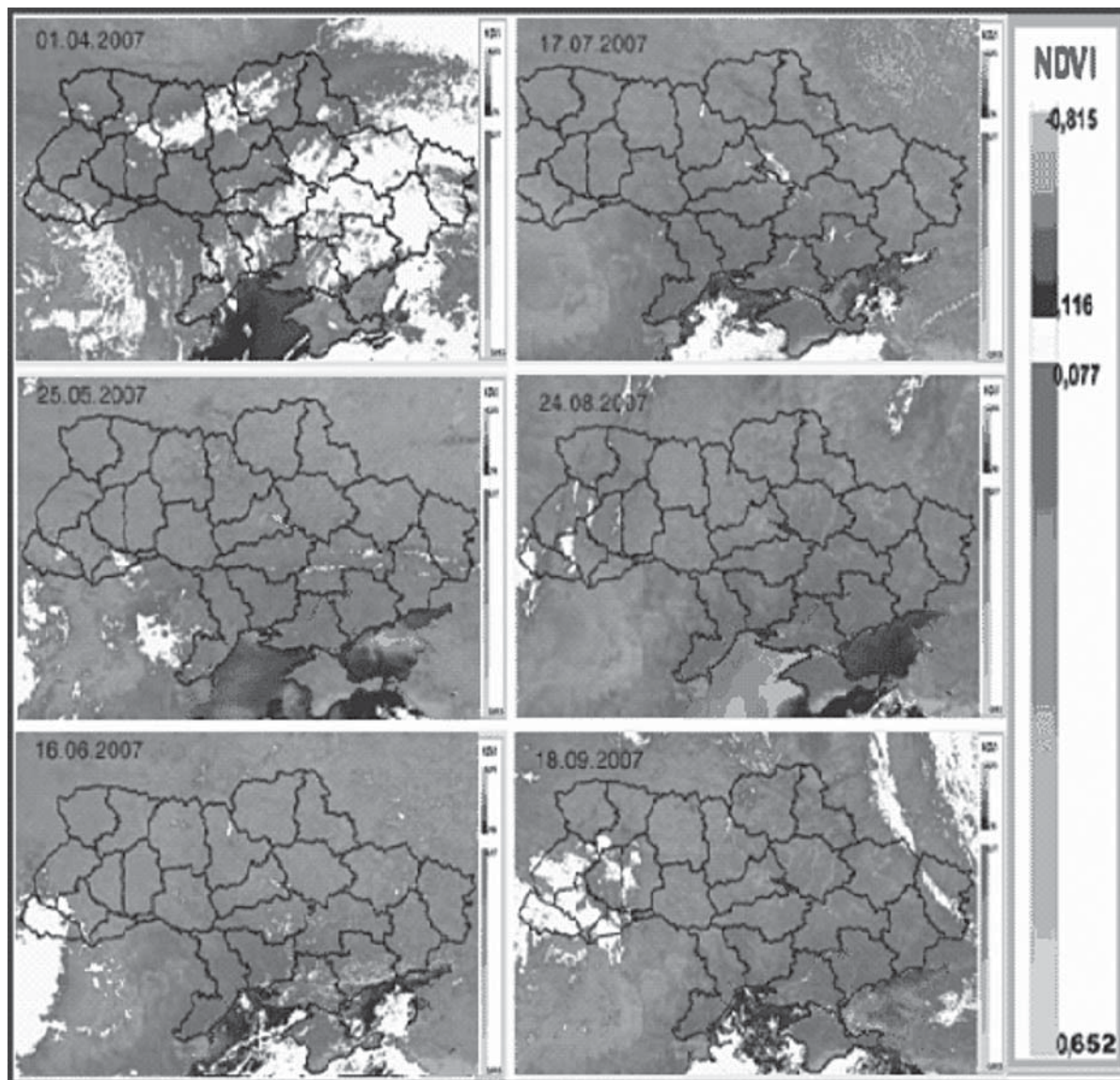


Рис. 3. Индекс вегетации растительности на территории Украины за 2007 г.

На рис. 4 приведены сравнительные характеристики нормализованного вегетационного индекса на территории Украины за период весна–осень 2002–2007 г. [8].

Динамика сезонного изменения NDVI позволяет оценивать состояние растений в разных фазах развития.

Для оценки прироста биомассы растений в [5] на основании NDVI рассчитывался относительный показатель развития растительности K_{veg} :

$$K_{veg} = \frac{S_{расл}}{S_{суша}}, \quad (30)$$

где $S_{суша}$ – все пиксели в диапазоне 0,007–0,2 NDVI (суша),

$S_{расл}$ – все пиксели в диапазоне 0,2–0,6 NDVI (растительность).

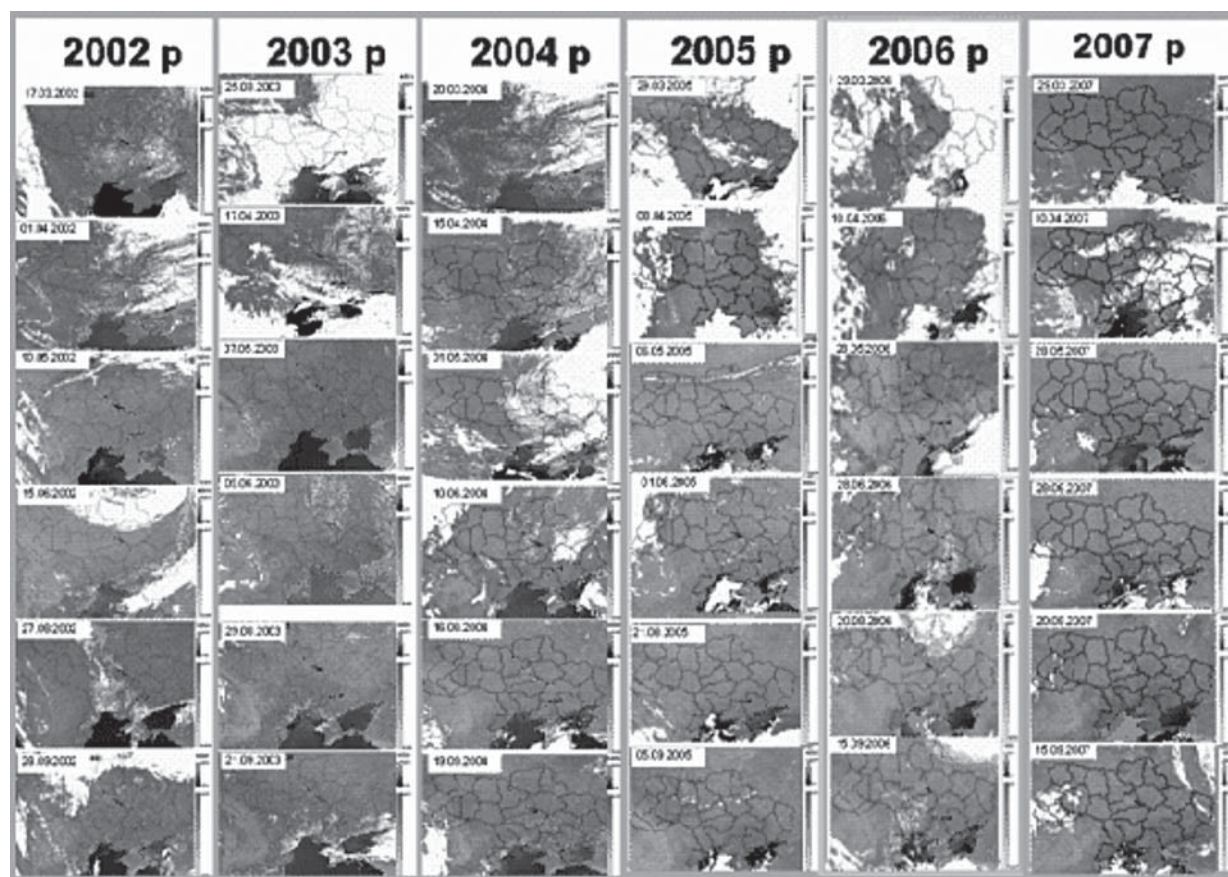


Рис. 4. Сравнительные характеристики нормализованного вегетационного индекса (NDVI) на территории Украины за период весна–осень 2002–2007 г.

Результаты расчёта относительного показателя развития растительности Kveg в Украине за 2002 – 2007 года сведены в таблице 2 [8] и отражены на диаграмме (рис. 5) [8].

Таблица 2

Результаты расчета Kveg в Украине за 2002-2007 года

Украина. Kveg.						
	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Март	0,081	0,011	0,02	0,12	0,09	0,19
Апрель	0,181	0,11	0,21	0,29	0,55	0,61
Май	6,96	2,01	4,12	6,1	6,28	5,83
Июнь	8,06	6,24	6,14	10,14	6,41	6,84
Июль	10,11	11,01	9,3	12,8	10,54	10,2
Август	4,01	2,96	8,1	10,6	8,6	7,92
Сентябрь	2,01	1,11	1,5	8,4	8,11	6,64
Октябрь	0,77	0,48	0,66	0,89	0,97	0,95

Анализируя зависимость Kveg от времени в вегетационный период в Украине за 2002 – 2007 г., можно сделать вывод, что самый большой прирост зелёной биомассы был в 2005 г. А значит и урожай сельскохозяйственных растений в 2005 г. прогнозировался наиболее высоким, в сравнении с другими годами, и эти прогнозы сбылись. Урожай озимой пшеницы и многих сельскохозяйственных культур в 2005 г. были наивысшими [8].

2. Определение засухи. В 2007 г. были проведены работы по мониторингу поверхности территории Украины на предмет определения засушливых зон с помощью данных дистанционного зонди-



Рис. 5. Диаграмма зависимости Kveg от времени в вегетационный период в Украине за 2002–2007 года

рования Земли [8]. Засуха – наиболее неблагоприятное природное воздействие на сельскохозяйственное производство. Раннее выявление этого воздействия позволяет уменьшить последствия засухи. На тематической карте (рис. 6) [8] показано состояние влагосодержания почвы на территории Украины.

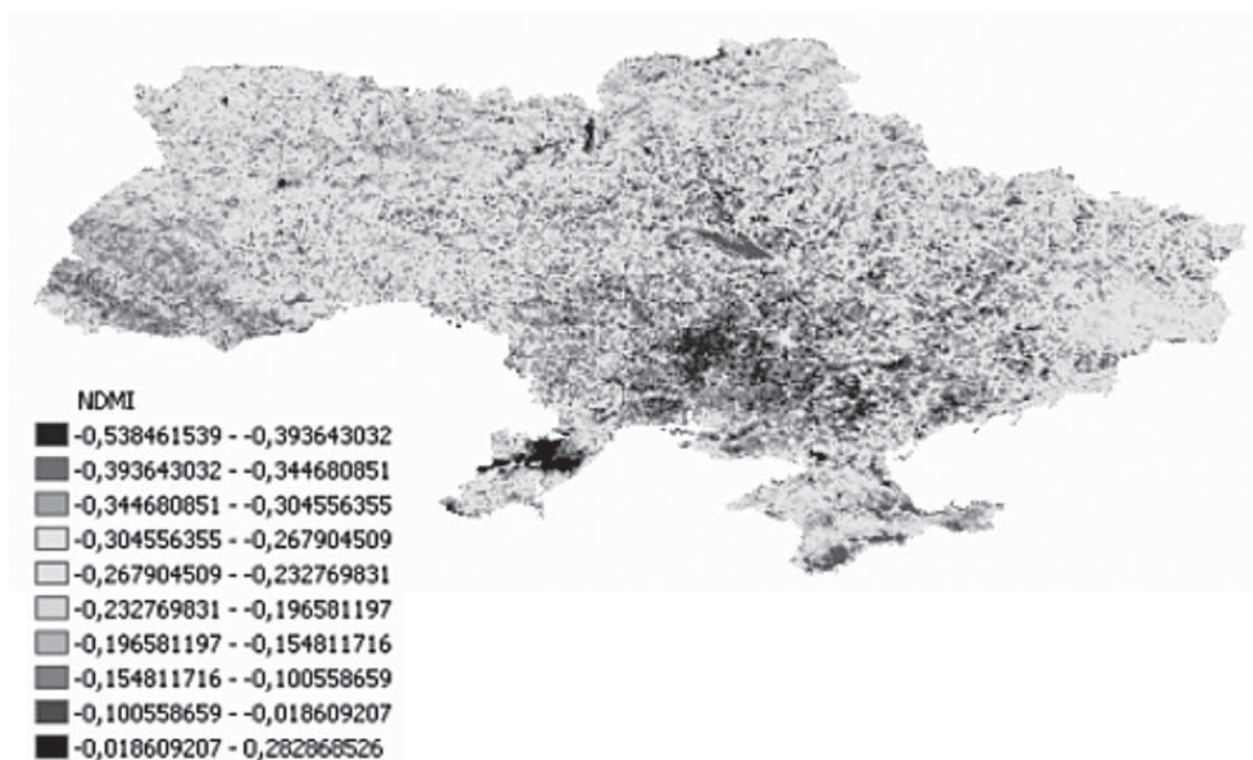


Рис. 6. Карта влагосодержания почвы на территории Украины за 23 мая 2007 года, по данным KA Terra (MODIS)

Красными оттенками показаны участки местности, наиболее пострадавшие от засухи в мае 2007г.

В качестве примера наиболее пострадавших от засухи областей Украины на рис. 7 приведена тематическая карта Херсонской области [8]. Тёмно-коричневыми оттенками показаны участки местности, которые имеют наименьшее влагосодержание.

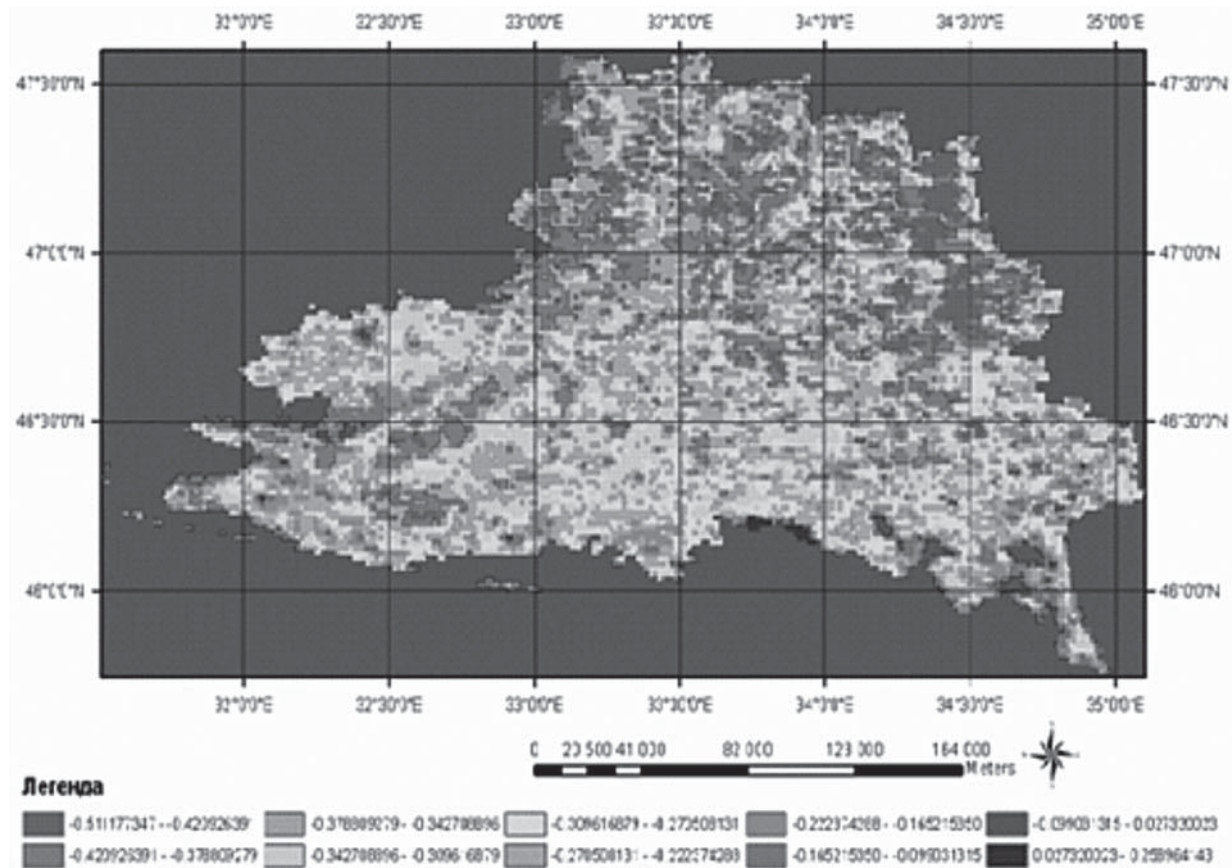


Рис. 7. Влагосодержание почвы на территории Херсонской области за 23 мая 2007 года, по данным КА NOAA

3. Определение типов грунтов. Областными управлениями «Облдержжодючість» Волынской, Хмельницкой и Ровенской областей проводились исследования возможности использования данных космической съёмки для определения типов грунтов и создания картосхем (рис. 8, 9) [8].

Для растительности индекс NDVI принимает положительные значения, и чем больше зеленая фитомасса, тем они выше. На значения индекса влияет также видовой состав растительности, ее сомкнутость, состояние, экспозиция и угол наклона поверхности, цвет почвы под разреженной растительностью. Индекс умеренно чувствителен к изменениям почвенного фона, кроме случаев, когда густота растительного покрова ниже 30%. Индекс может принимать значения от -1 до 1. Для зеленой растительности индекс обычно принимает значения от 0,2 до 0,8.

NDVI может быть рассчитан на основе любых снимков высокого, среднего или низкого разрешения, имеющим спектральные каналы в красном (0,55-0,75 мкм) и инфракрасном диапазоне (0,75-1,0 мкм) [6]. Алгоритм расчета NDVI встроен практически во все распространенные пакеты программного обеспечения, связанные с обработкой данных дистанционного зондирования (таблица 3).

4. Использование карт вегетационных индексов, полученных по космическим снимкам. Как известно, отражение растительного покрова в красной и ближней инфракрасной областях электромагнитного спектра тесно связано с его зеленой фитомассой. Для того чтобы количественно оценить состояние растительности, широко применяется индекс NDVI. NDVI характеризует также плотность растительности, позволяет растениеводам оценить всхожесть и рост растений, продуктивность угодий (рис. 10).

5. Мониторинг сельскохозяйственных территорий с использованием космических снимков среднего и высокого разрешения со спутников TERRA, AQUA, LANDSAT, IRS. Спутники Terra и Aqua позволяют получать информацию на обширные территории в тысячи квадратных километров дважды в день, что способствует оперативной оценке сельскохозяйственных угодий в масштабах 1:350 000–1:1 000 000 [2].



Рис. 8. Выделение классов по индексу вегетации на тестовом участке, по данным КА Landsat

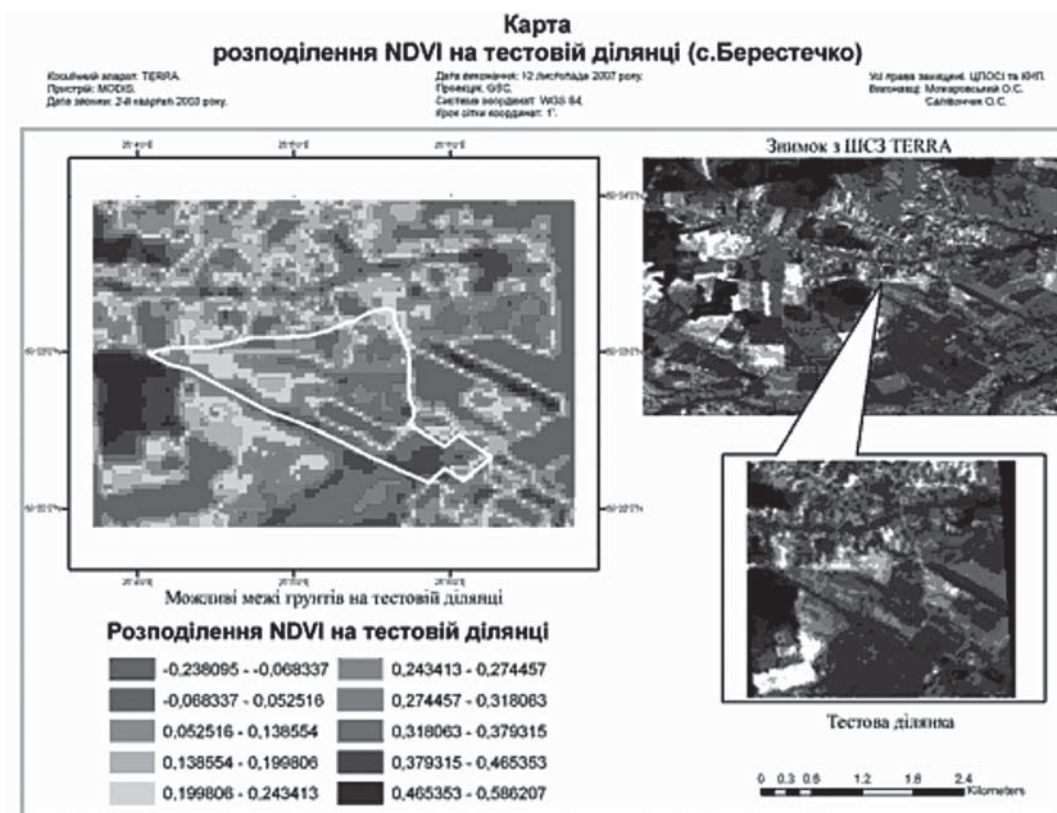


Рис. 9. Выделение классов по индексу вегетации на тестовом участке, по данным КА TERRA (MODIS)

Таблиця 3

Комбинации каналов камер спутников, используемые для расчета NDVI

Космический аппарат/Прибор	Используемые каналы (длина волны)	Пространственное разрешение
NOAA/AVHRR	1 (0.58-0.68 мкм), 2 (0.72-1.0 мкм)	1100 м.
Terra(Aqua)/MODIS	1 (0.62-0.67 мкм), 2 (0.841-0.876 мкм)	250 м.
Landsat(4)/MSS	5 (0.6-0.7 мкм), 6 (0.7-0.8 мкм) или 7 (0.8-1.1 мкм)	30 м.
Landsat(5)/TM	3 (0.63-0.69 мкм), 4 (0.76-0.90 мкм)	30 м.
Landsat7/ETM+	3 (0.63-0.69 мкм), 4 (0.75-0.90 мкм)	30 м.
EO-1 (Hyperion, ALI)	4 (0,630-0,690 мкм) 5 (0,775-0,805 мкм)	30 м.
Resourcesat-1 (IRS-P6)/LISS-4/LISS-3/AWiFS	2 (0,62-0,68 мкм) 3 (0,77-0,86 мкм)/3 (0,62-0,68 мкм) 4 (0,77-0,86 мкм)/3 (0,62-0,68 мкм) 4 (0,77-0,86 мкм)	5,8 м./23,5 м./50-70 м.
IRS(1C/1D)/LISS	2 (0.62-0.68 мкм), 3 (0.77-0.86 мкм)	23,5 м.
SPOT 2, 4	2 (0.61 – 0.68 мкм), 3 (0.78 – 0.89 мкм)	20 м.
Монитор-Э	3 (0,626-0,672 мкм) 4 (0,783-0,883 мкм)	20 м.
CBERS-1, 2/CCD	3 (0,63 - 0,69 мкм) 4 (0,77 - 0,89 мкм)	20 м.
Terra/ASTER	2 (0.63-0.69 мкм), 3 (0.76-0.86 мкм)	15 м.
THEOS	3 (0.62-0.69 мкм) 4 (0.77-0.90 мкм)	15 м.
SPOT 5	2 (0.61 – 0.68 мкм), 3 (0.78 – 0.89 мкм)	10 м.
ALOS/AVNIR	3 (0.61-0.69 мкм) 4 (0.76-0.89 мкм)	10 м.
Formosat-2	3 (0,63-0,69 мкм) 4 (0,76-0,90 мкм)	8 м.
RapidEye	3 (0,63-0,685 мкм) 5 (0,76-0,85 мкм)	5 м.
Kompsat-2	3 (0,63-0,69 мкм) 4 (0,76-0,90 мкм)	4 м.
OrbView-3	3 (0,625-0,695 мкм) 4 (0,76-0,90 мкм)	4 м.
Ikonos	3 (0.63 - 0.70 мкм), 4 (0.76 - 0.85 мкм)	3.2 м.
Quickbird	3 (0.63 - 0.69 мкм), 4 (0.76 - 0.9 мкм)	2.44 – 2.88 м.
Ресурс-ДК	2 (0,60-0,70 мкм) 3 (0,70-0,80 мкм)	2 - 3 м.
WorldView-2	5 (0,63-0,69 мкм) 7 (0,77-0,89 мкм)	1,84 м.
GeoEye-1	3 (0,66 – 0,69 мкм) 4 (0,78 – 0,92 мкм)	1,65 м.

Спутники Landsat и IRS позволяют получать детализированную информацию с частотой 2 раза в месяц и проводить исследования территории в масштабном ряду 1:15 000–1:300 000 [2].

Мониторинг сельскохозяйственных территорий:

1) октябрь–март:

- изучение динамики снежного покрова;
- оценка влагонакопления;
- оценка паводковой ситуации;
- оценка готовности угодий к следующему сезону.

2) апрель–май:

- определение площади пашни, занимаемой озимыми культурами;
- определение площади земель без осенней послеуборочной обработки почвы;
- оценка состояния озимых культур для выявления и определения площади ареалов деградированных и погибших озимых;
- определение площади земель, на которых проведены инженерно-мелиоративные мероприятия. Оценка качества проведения осушительной мелиорации;
- определение площади земель, занятых сельскохозяйственными культурами;
- определение степени увлажнения почв;
- определение температуры поверхности.



Рис. 10. Значения NDVI и соответствующие им типы растительного покрова

3) июнь–июль:

- определение площади земель под зерновыми, пропашными и техническими культурами;
- оценка состояния всходов культур;
- выявление очагов повышенной засоренности зерновых культур;
- определение площади паров (пары – поля, не занятые сельскохозяйственными культурами, находящиеся в стадии восстановления);
- оценка степени засоренности паров. Определение площади паров, требующих проведения противосорняковых мероприятий;
- выявление очагов поражения зерновых культур вследствие стихийных явлений (град, ливни, ураганы, засуха, пожары);
- динамика сенокосных работ. Определение площади скошенных сенокосных угодий;
- оперативная оценка состояния растительности, оценка фитомассы урожая;
- проведение работ по определению участков, требующих внесения удобрений и ядохимикатов в почву для повышения продуктивности сельскохозяйственных культур;
- мониторинг и оценка качества оросительных работ;
- прогнозирование и предварительная оценка урожайности.

4) август–сентябрь:

- мониторинг уборочных работ;
- оценка готовности угодий к следующему сезону.

Космические снимки высокого разрешения позволяют решать задачи исследования гидрологического режима почв, установления источников и границ обводнения, выделения (по косвенным признакам) ареалов распространения различных видов растений. Данные дистанционных измерений помогают следить за состоянием естественных угодий, пастбищ и сенокосов, выявлять и контролировать развитие эрозионных процессов и вырабатывать противоэрозионные мероприятия.

6. Объект исследования. Объектом дальнейшего исследования планируется избрать степную зону Украины [9], которая протянулась с юго-запада на северо-восток украинских территорий, от низовий реки Дунай до южных отрогов Среднерусской возвышенности на расстояние свыше 1000 километров. Ширина степной зоны меняется от 105 км на западе до 310 км на востоке. На долготе Перекопского перешейка ширина степи достигает 450 км. В степной зоне Украины расположены следующие области: Запорожская, Днепропетровская, Одесская, Херсонская, Николаевская, Луганская и Донецкая. Площадь степной зоны Украины составляет 245 тыс. квадратных километров, или 41 % территории страны.

Рельеф украинских степей равнинный, но неоднородный. Юго-западную, центральную и северокрымскую зону занимает слаборасчлененная неглубокими балками, местами плоская Причерноморская низменность. На востоке она переходит в узкую волнистую Приазовскую низменность.

Украинские степи расположены на четырех различных по строению геоморфологических уровнях: донецком, приднепровском, бугско-днепровском и причерноморском. Строение каждого уровня, их высоты, особенности форм поверхности и их генетическое разнообразие, глубина расчленения определяются неотектоническими движениями и своеобразным сочетанием экзогенных процессов.

Климатические условия степей Украины мягче, чем в степях Восточной Евразии. В степной зоне равнинной части Украины наибольшие тепловые ресурсы, самый продолжительный вегетационный период, самая малая увлажненность.

Средняя температура января от 2 до 9 градусов ниже нуля, июля +20...+24°C. Безморозный период продолжается 220 дней на западе зоны, 150 – на северо-востоке, вегетационный период (время для роста растений) длится 210–245 дней. Годовая сумма осадков изменяется от 450 мм на севере зоны до 350–300 мм в Причерноморье. Максимум осадков выпадает в первой половине лета. Вместе с тем часты весенне-летние засухи, особенно на юго-востоке зоны. Снежный покров неустойчивый, зимой обычны оттепели.

Степная зона Украины – это одна из признанных житниц Европы. Пахотные земли составляют около 75 % ее земельного фонда. Здесь выращивают зерновые, главным образом озимую пшеницу, кукурузу, в южных районах – рис. Из технических культур преобладают подсолнечник, соя, клещевина, лекарственные и эфиромасличные травы (кориандр, шалфей, лаванда). На северо-западе зоны, в северных степях выращивают сахарную свеклу. Украинские степи богаты природными ресурсами – ценными ископаемыми, равнинными землями, плодородными почвами, южным теплом и светом, пресными водами крупных рек. Это реальные предпосылки для развития народного хозяйства на промышленной основе с последовательным преодолением неблагоприятных природных условий [9].

Таким образом, в дальнейшем планируется производить анализ и планирование плодородия зерновых культур в степной зоне Украины (а именно, Донецкой и Луганской областях) при помощи данных космического мониторинга Земли украинским спутником «Січ-2» путём анализа вегетативного индекса NDVI.

Выводы. Главным преимуществом вегетационных индексов является надёжность и лёгкость их получения, а также широкий диапазон решаемых с их помощью задач. Вегетационный индекс NDVI является основным инструментом при проведении более сложных типов анализа, результатом которых являются тематические карты сельскохозяйственных земель. Недостатками использования NDVI индекса являются:

- невозможность использования данных, не прошедших этап радиометрической коррекции (калибровки);
- наличие погрешностей, вносимых погодными условиями, сильной облачностью и дымкой;
- ограничение по использованию съёмки только временем сезонной вегетации для исследуемого региона.

Указанные недостатки определяют направления для дальнейших исследований. Индекс NDVI в дальнейшем планируется использовать для решения задач точного земледелия в регионе Донецкой и Луганской областей при использовании космических снимков от украинского спутника «Січ-2».

Литература

1. Антонов В.Н. Мониторинг состояния посевов и прогнозирование урожайности яровой пшеницы по данным ДЗЗ / В.Н. Антонов, Л.А. Сладких. – М.: «Проспект», Геоматика №4, 2009. – 115с., С. 50-53.
2. Вегетационные индексы. Основы, формулы, практическое использование / MapExpert http://mapexpert.com.ua/index_ru.php?id=20&table=news - 30.12.2011.
3. Гарбук С.В. Космические системы дистанционного зондирования Земли // С.В.Гарбук, В.Е. Гершензон. – М. : Издательство АИБ, 1997. – 296 с.
4. Гарбук С.В. Изображение Земли из космоса: Примеры применения / С.В. Гарбук. – М.:ИТЦ СканЭкс, 2005. – 100 с.
5. Зерновое сельское хозяйство – вид из космоса / R&D Center ScanEx http://www.scanex.ru/ru/data/Applications_ScanEx_p19-31.pdf – 28.12.2011.
6. Красовский Г.Я. Введение в методы космического мониторинга окружающей среды / Г.Я. Красовский, В.А. Петросов – Х.: ХАИ, 1999. – 206 с.
7. Куssуль Н. Оценка состояния растительности и прогнозирование урожайности озимых культур Украины по спутниковым данным / Н. Куssуль, Н. Ильин, С. Скакун, А. Лавренюк. – К.: Институт космических исследований НАНУ-НКАУ, 2005. – 25с.
8. Применение данных ДЗЗ в сельском хозяйстве / ЦПОСІ та КНП http://dzz.gov.ua/CPOSI/style/page_2/print_ru.php?id=26&table=info – 5.01.2012.
9. Степная зона Украины / Smotret-Mir.Ru <http://smotret-mir.ru/ukraina/stepnaya-zona-ukrainy.html> - 12.02.2012.
10. Черепанов А.С. Спектральные свойства растительности и вегетационные индексы / А.С. Черепанов, Е.Г. Дружинина // Геоматика. – М.: Проспект, 2009. – №3. – 104 с., С. 28-32.

УДК 631.03: 631.67

Ковальчук П.І., Герус А.В.

Інститут водних проблем і меліорації НААН України

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ПОШИРЕННЯ ЗАБРУДНЕНЬ В РІЧКАХ ПРИ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Розроблено метод та математичну модель оперативного прогнозування якості води в районах водозаборів при викиді забруднень в умовах виникнення аварійних ситуацій.

Ключові слова: математична модель, фронт забруднень, вода, якість, очищення.

Разработано метод и математическую модель оперативного прогнозирования качества воды в районах водозаборов при выбросах загрязнений в условиях возникновения аварийных ситуаций.

Ключевые слова: математическая модель, фронт загрязнений, вода, качество, очищение.

It is developed the method and mathematical model of operative forecasting of water quality in the water intakes points pollution in a case of emergency.

Keywords: mathematical model, pollution contact zone, water, quality, treatment.

Постановка задачі. Забезпечення водоспоживачів водою потрібної якості в необхідній кількості набуває все більшої актуальності, оскільки у водойми та ріки поступає все більше стічних вод і інших

Литература

1. Антонов В.Н. Мониторинг состояния посевов и прогнозирование урожайности яровой пшеницы по данным ДЗЗ / В.Н. Антонов, Л.А. Сладких. – М.: «Проспект», Геоматика №4, 2009. – 115с., С. 50-53.
2. Вегетационные индексы. Основы, формулы, практическое использование / MapExpert http://mapexpert.com.ua/index_ru.php?id=20&table=news - 30.12.2011.
3. Гарбук С.В. Космические системы дистанционного зондирования Земли // С.В.Гарбук, В.Е. Гершензон. – М. : Издательство АИБ, 1997. – 296 с.
4. Гарбук С.В. Изображение Земли из космоса: Примеры применения / С.В. Гарбук. – М.:ИТЦ СканЭкс, 2005. – 100 с.
5. Зерновое сельское хозяйство – вид из космоса / R&D Center ScanEx http://www.scanex.ru/ru/data/Applications_ScanEx_p19-31.pdf – 28.12.2011.
6. Красовский Г.Я. Введение в методы космического мониторинга окружающей среды / Г.Я. Красовский, В.А. Петросов – Х.: ХАИ, 1999. – 206 с.
7. Куssуль Н. Оценка состояния растительности и прогнозирование урожайности озимых культур Украины по спутниковым данным / Н. Куssуль, Н. Ильин, С. Скакун, А. Лавренюк. – К.: Институт космических исследований НАНУ-НКАУ, 2005. – 25с.
8. Применение данных ДЗЗ в сельском хозяйстве / ЦПОСІ та КНП http://dzz.gov.ua/CPOSI/style/page_2/print_ru.php?id=26&table=info – 5.01.2012.
9. Степная зона Украины / Smotret-Mir.Ru <http://smotret-mir.ru/ukraina/stepnaya-zona-ukrainy.html> - 12.02.2012.
10. Черепанов А.С. Спектральные свойства растительности и вегетационные индексы / А.С. Черепанов, Е.Г. Дружинина // Геоматика. – М.: Проспект, 2009. – №3. – 104 с., С. 28-32.

УДК 631.03: 631.67

Ковальчук П.І., Герус А.В.

Інститут водних проблем і меліорації НААН України

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ПОШИРЕННЯ ЗАБРУДНЕНЬ В РІЧКАХ ПРИ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Розроблено метод та математичну модель оперативного прогнозування якості води в районах водозаборів при викиді забруднень в умовах виникнення аварійних ситуацій.

Ключові слова: математична модель, фронт забруднень, вода, якість, очищення.

Разработано метод и математическую модель оперативного прогнозирования качества воды в районах водозаборов при выбросах загрязнений в условиях возникновения аварийных ситуаций.

Ключевые слова: математическая модель, фронт загрязнений, вода, качество, очищение.

It is developed the method and mathematical model of operative forecasting of water quality in the water intakes points pollution in a case of emergency.

Keywords: mathematical model, pollution contact zone, water, quality, treatment.

Постановка задачі. Забезпечення водоспоживачів водою потрібної якості в необхідній кількості набуває все більшої актуальності, оскільки у водойми та ріки поступає все більше стічних вод і інших

забруднень при техногенних аваріях. Своєчасно з'ясувати, наскільки вміст токсичних речовин наблизиться чи перевищить їхні гранично допустимі концентрації на ділянці водозабору без досконалого прогнозу неможливо [5]. Тому необхідно розробити методику прогнозування поширення забруднень з метою забезпечення водоспоживачів водою відповідної якості. Відомі кілька підходів до розробки математичної моделі: камерна модель масоперенесення [5]; розв'язування дифузійних задач методом Монте-Карло [3]; математичні моделі диференціального одномірного рівняння турбулентної дифузії з переходом до системи скінченно-різницевих рівнянь [2].

Важливою задачею оперативного прогнозування є розробка поширення фронту забруднення на прикладі річки з урахуванням гідрологічних характеристик водотоку та типу забруднюючої речовини, розрахунок концентрації вниз по течії річки. Інструментарієм прогнозування є методи математичного моделювання поширення забруднень у водотоках.

Метод вирішення задачі оперативного прогнозування поширення забруднень в річках при аварійних ситуаціях. Прогноз наслідків скиду забруднюючих речовин у водні об'єкти є однією з основних задач при оцінці якості води в районах водозаборів. Для ряду типових ситуацій розроблені та рекомендовані методи [4] обчислення очікуваних концентрацій в контрольних точках або створах. Однак їх використання далеко не завжди можна адаптувати до конкретних природних умов поширення забруднень в річках. Отже, необхідно розробляти моделі, адекватні до фізико-хімічних, біологічних процесів поширення, змішування, осідання в мул, самоочищення забруднюючих речовин. Тобто, необхідне вивчення комплексу цих явищ в конкретній річці, виходячи з моделі, що описує процес в цілому – моделі турбулентної дифузії неконсервативних речовин в річках. Такий підхід дозволяє найбільш ефективно підійти до вдосконалення інженерних методів прогнозування наслідків скиду забруднюючих речовин у місцях водозабору.

Ціль розробки моделі полягає в одержанні прогнозних оцінок динаміки розповсюдження забруднюючих речовин по довжині річки від зосередженого джерела (точки викиду), наприклад при прориві греблі та попаданні забруднень в річку Дністер. При побудові моделі враховувались такі моменти: закон збереження і переносу речовини; умова нерозривності потоків; закономірності осідання частинок забруднюючої речовини в мул та дифузія цієї речовини з мулу у водний потік; дані про середню швидкість річки на розрахунковій ділянці; початкові умови у вигляді концентрацій забруднень в мулі і водному потоці та гранична концентрація в точці викиду забруднень; значення ГДК забруднюючого інгредієнту; припущення про консервативність забруднюючої речовини. При цьому приймається, що частина забруднень переноситься водою, а частина може затримуватися в донних відкладах (мулі) і поступово знову надходить у водний потік. Роль донних відкладів суттєва, вони часто є джерелами вторинного забруднення [1]. Для вирішення цієї задачі вибрана модель, що реалізує одномірну схему розповсюдження вздовж ріки забруднюючих речовин.

Найбільш адекватною для опису поширення забруднення у випадку аварійних скидів, варто вважати запропоновану нами модель, що базується на системі диференціальних рівнянь взаємодії водотоку з донними відкладами:

$$\begin{cases} \frac{\partial U}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} a(x) \frac{\partial U}{\partial x} - V(x) \frac{\partial U}{\partial x} - \lambda(x)U + \mu(x)S + f(x, t); \\ \frac{\partial S}{\partial t} = \lambda(x)U - \mu(x)S \end{cases}, \quad (1)$$

де: $V(x)$ — швидкість течії річки, м/с; $U(x, t)$ — концентрація забруднюючої речовини у водотоці (в частках від $U_{ГДК}$, об'ємної гранично допустимої концентрації забруднюючих речовин); $S(x, t)$ — концентрація забруднюючої речовини в мулі (в частках від $U_{ГДК}$); $a(x)$ — коефіцієнт молекулярної або турбулентної дифузії; $\lambda(x), \mu(x)$ — параметри обміну між донними відкладами і водним потоком; $f(x, t)$ — функція джерела надходження забруднень в річку. Функція джерела є точковим джерелом викиду забруднюючих речовин такого вигляду:

$$f(x, t) = \begin{cases} f(t), & \text{при } x = 0; \\ 0, & \text{при } x \neq 0. \end{cases} \quad (2)$$

Для розв'язування цієї задачі вся досліджувана акваторія ріки розбивається на множину ділянок (комірок), кількість яких повинна в достатній мірі відображати конфігурацію русла, особливості та швидкості руху води на окремих ділянках. При розрахунку характеристики поширення забруднень було використано метод скінченно-різницевої апроксимації системи рівнянь (4).

Результати розрахунків. Розроблена математична модель та програмний комплекс дозволяє розраховувати сценарії поширення фронту забруднення, зміну її концентрації в часі в різних точках об'єкту моделювання (річка Дністер).

При модельних розрахунках імітується динаміка забруднюючої речовини (сульфатів) у частках $U_{ГДК}$ в результаті залпового викиду забруднень в Галичі (точка викиду). Модельована акваторія ріки складає 170 км і сягає водозабору в місті Заліщики.

Сценарні розрахунки дозволяють імітувати аварійні ситуації (залпові викиди та викиди на протязі певного часу) при різних концентраціях в початковій точці та оцінювати з допомогою розробленої моделі інтенсивність, динаміку та структуру забруднення річки в різних гідрологічних ситуаціях.

Моделі формування поля забруднення, як приклади результатів імітаційних експериментів, показані на рисунках 1 та 2.

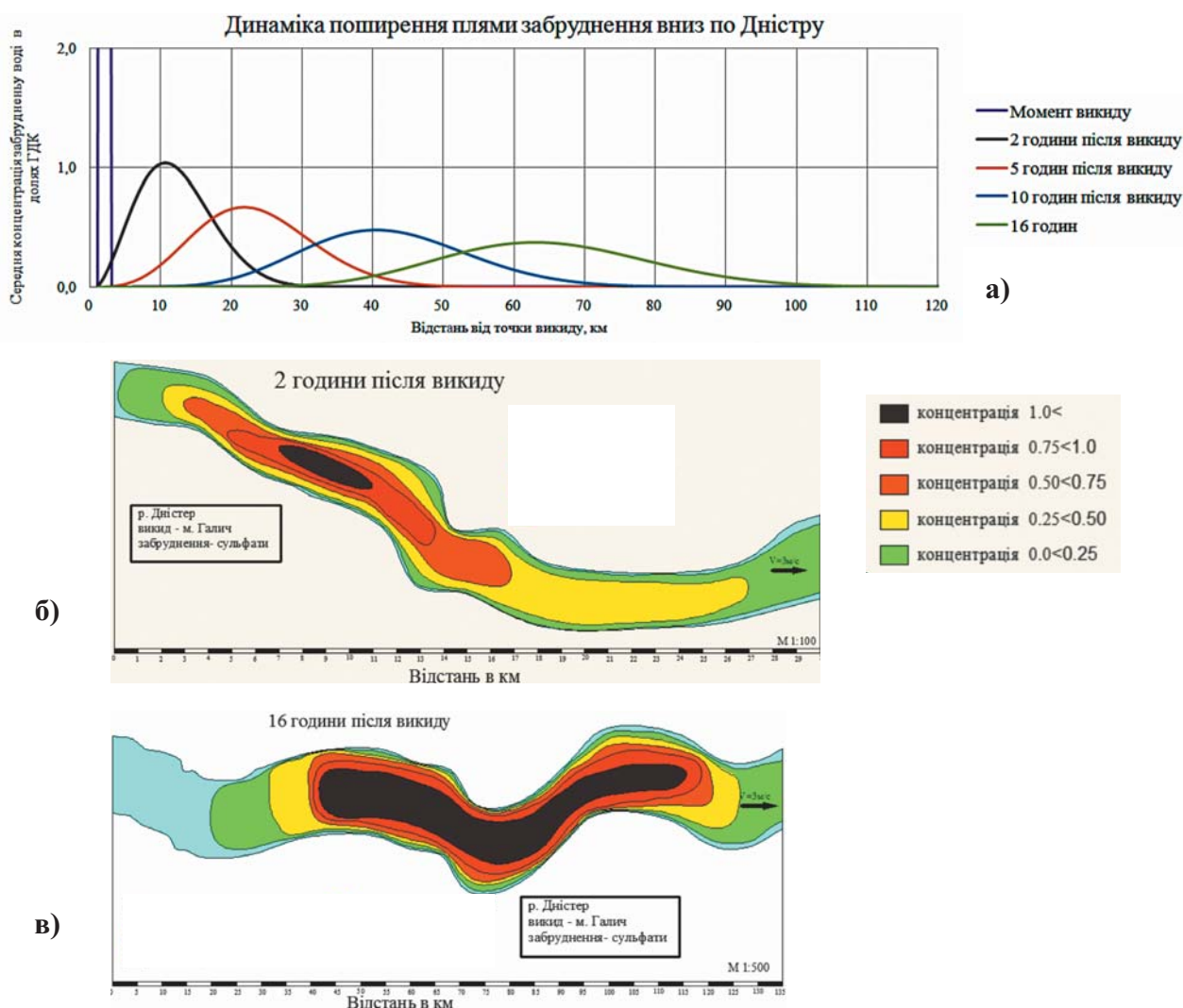


Рис. 1. Динаміка поширення плями забруднення по Дністру: а) графік залежностей концентрацій в часі залежно від поширення; б), в) просторові моделі відповідно через 2 та 16 годин після викиду.

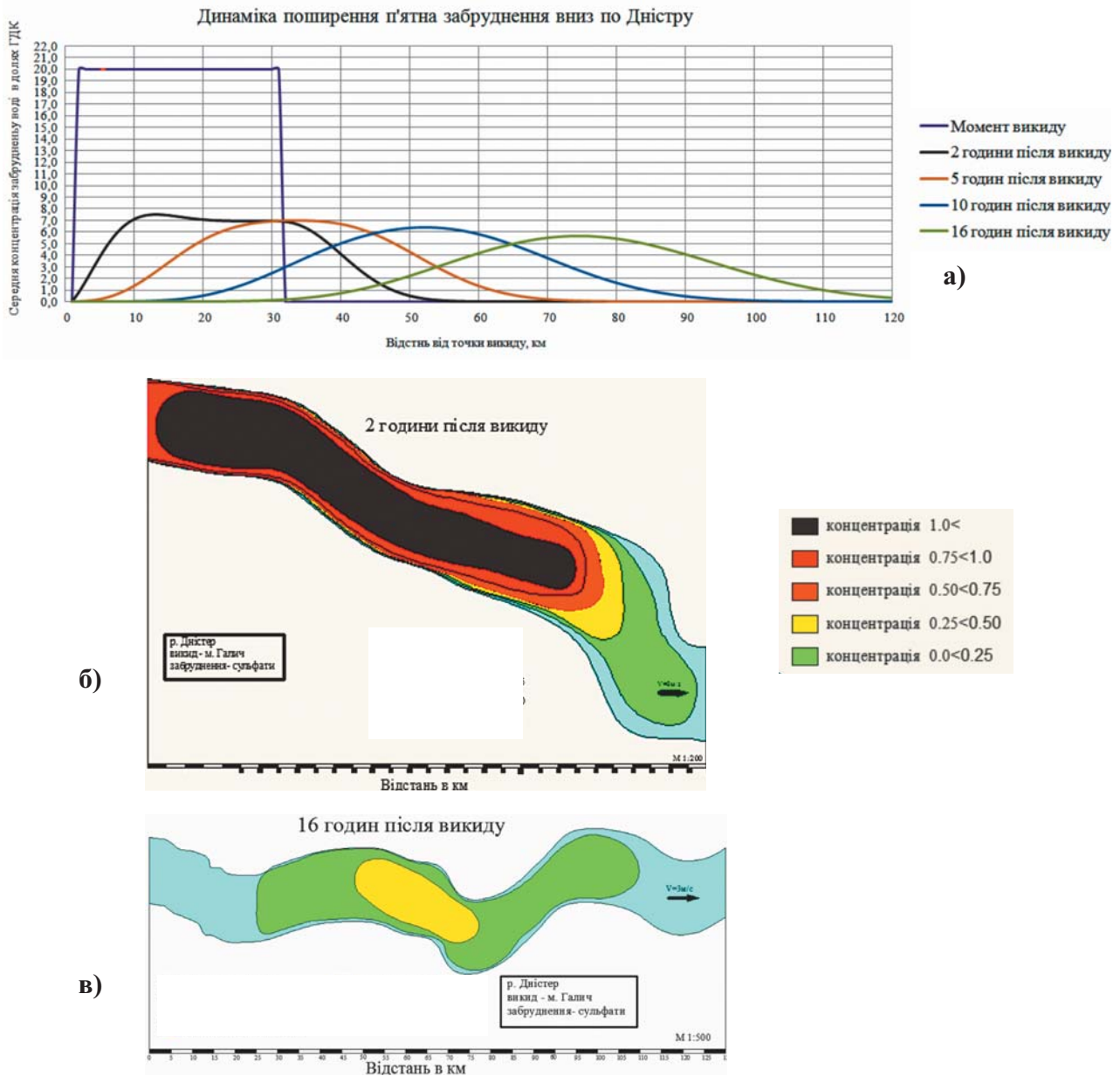


Рис. 2. Динаміка поширення плями забруднення по Дністру:
а) графік залежностей концентрацій в часі залежно від поширення;
б), в) просторові моделі відповідно через 2 та 16 годин після викиду.

Сценарій 1. Для моделювання поширення забруднень розглянуто сценарій з залповим викидом забруднюючих речовин, рівним 40 одиниць $U_{ГДК}$ при розрахунковій швидкості течії 3 м/с. У результаті імітаційного моделювання пляма забруднення в часі має вигляд (рис. 1).

Поширення плями забруднення в просторі на момент часу $t = 2$ години має вигляд (рис. 2), тобто в результаті розбавлення і часткового осідання в мулі максимальні концентрації становлять $1,03 U_{ГДК}$ і є небезпечними на незначній ділянці річки в точці $\Delta x = 3$ км і в точці $x = 11$ км. В інших точках річки концентрація знаходиться в межах $U \leq U_{ГДК}$.

Сценарій 2. На відміну від сценарію 1 (залповий викид) за сценарієм 2 моделюється процес викиду забруднень протягом однієї години (рис. 2).

Висновки. У процесі досліджень запропоновано метод, модель та програмний комплекс, що дозволяє визначати концентрацію забруднюючих речовин в кожній точці досліджуваного об'єкту в будь-який момент часу при різних аварійних ситуаціях. Розглянуто два сценарії поширення фронту забруднення, на основі яких можна оцінювати інтенсивність, динаміку та структуру забруднення річки в різних гідрологічних ситуаціях.

Література

1. Айтсам А.М. Смешение сточных вод и самоочищение водоемов / А.М. Айтсам, Х.А. Вельнер, А.В. Караушев, В.Т. Каплиный, Л.Л. Пааль // Материалы II Всесоюзного симпозиума. – Таллин, 1967. – С.97–102.
2. Акішин Б.О. Скінченно-різницекий метод синтезу моделей динаміки забруднюючих речовин у водотоках/ Б.О. Акішин, П.І. Ковальчук // Автоматика. – Київ, 1976. – № 6. – С.14–19.
3. Галкин Л. М. Решение диффузионных задач методом Монте-Карло / Л.М. Галкин. – М.: Наука, 1975. – 94 с.
4. Игнатов А.В. Информационное моделирование загрязнения водных объектов / А.В. Игнатов, В.В. Кравченко // География и природные ресурсы. – Иркутск, 2008. – №1. – С.144–150.
5. Сизоненко В.П. Прогнозування впливу підприємств ядерно-паливного циклу на поверхневі водоймища на прикладі скидів шахти «Нова» / В.П. Сизоненко, О.Л. Шевченко, О.Г. Лисюк // Проблеми загальної енергетики. – 2010. – №2(22). – С. 45–52.

УДК 528.5

Бурак К.О., Ковтун В.М., Гринішак М.Я., Михайлишин В.П.

*Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ТРЕНАЖЕРНИХ СИСТЕМ НА ІНЖЕНЕРНО-ЕКОЛОГІЧНОМУ ФАКУЛЬТЕТІ ІФНТУНГ

Розглянуті проблеми в провадженні інформаційних технологій при викладанні геодезичного циклу дисциплін у ІФНТУНГ.

Ключові слова: тренажерні системи, підсумковий контроль, тахеометр.

Рассмотрены проблемы использования информационных технологий при изучении геодезического цикла дисциплин в ИФНТУНГ.

Ключевые слова: тренажерные системы, итоговый контроль, тахеометр.

The article deals with the problems in the introduction of information technology in teaching courses in surveying cycle IFNTUOG.

Keywords: training systems, final control, total station.

Актуальність проблеми. Сучасні телекомунікаційні, інформаційні і комп'ютерні технології, в першу чергу – електронні тренажери широко використовуються для навчання висококваліфікованих спеціалістів інженерних спеціальностей. Особливе значення вони повинні відігравати в підготовці інженерів, які навчаються на ІЕФ. Справа в тому, що кваліфікаційні вимоги передбачають набуття практичних навичок роботи з сучасними електронними тахеометрами, цифровими нівелірами тощо, вартість і, відповідно, амортизація яких є високою та складає значну частину вартості навчання. В той же

© Бурак К.О., Ковтун В.М., Гринішак М.Я., Михайлишин В.П., 2013

Висновки. У процесі досліджень запропоновано метод, модель та програмний комплекс, що дозволяє визначати концентрацію забруднюючих речовин в кожній точці досліджуваного об'єкту в будь-який момент часу при різних аварійних ситуаціях. Розглянуто два сценарії поширення фронту забруднення, на основі яких можна оцінювати інтенсивність, динаміку та структуру забруднення річки в різних гідрологічних ситуаціях.

Література

1. Айтсам А.М. Смешение сточных вод и самоочищение водоемов / А.М. Айтсам, Х.А. Вельнер, А.В. Караушев, В.Т. Каплиный, Л.Л. Пааль // Материалы II Всесоюзного симпозиума. – Таллин, 1967. – С.97–102.
2. Акішин Б.О. Скінченно-різницеви метод синтезу моделей динаміки забруднюючих речовин у водотоках/ Б.О. Акішин, П.І. Ковальчук // Автоматика. – Київ, 1976. – № 6. – С.14–19.
3. Галкин Л. М. Решение диффузионных задач методом Монте-Карло / Л.М. Галкин. – М.: Наука, 1975. – 94 с.
4. Игнатов А.В. Информационное моделирование загрязнения водных объектов / А.В. Игнатов, В.В. Кравченко // География и природные ресурсы. – Иркутск, 2008. – №1. – С.144–150.
5. Сизоненко В.П. Прогнозування впливу підприємств ядерно-паливного циклу на поверхневі водоймища на прикладі скидів шахти «Нова» / В.П. Сизоненко, О.Л. Шевченко, О.Г. Лисюк // Проблеми загальної енергетики. – 2010. – №2(22). – С. 45–52.

УДК 528.5

Бурак К.О., Ковтун В.М., Гринішак М.Я., Михайлишин В.П.

*Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ТРЕНАЖЕРНИХ СИСТЕМ НА ІНЖЕНЕРНО-ЕКОЛОГІЧНОМУ ФАКУЛЬТЕТІ ІФНТУНГ

Розглянуті проблеми в провадженні інформаційних технологій при викладанні геодезичного циклу дисциплін у ІФНТУНГ.

Ключові слова: тренажерні системи, підсумковий контроль, тахеометр.

Рассмотрены проблемы использования информационных технологий при изучении геодезического цикла дисциплин в ИФНТУНГ.

Ключевые слова: тренажерные системы, итоговый контроль, тахеометр.

The article deals with the problems in the introduction of information technology in teaching courses in surveying cycle IFNTUOG.

Keywords: training systems, final control, total station.

Актуальність проблеми. Сучасні телекомунікаційні, інформаційні і комп'ютерні технології, в першу чергу – електронні тренажери широко використовуються для навчання висококваліфікованих спеціалістів інженерних спеціальностей. Особливе значення вони повинні відігравати в підготовці інженерів, які навчаються на ІЕФ. Справа в тому, що кваліфікаційні вимоги передбачають набуття практичних навичок роботи з сучасними електронними тахеометрами, цифровими нівелірами тощо, вартість і, відповідно, амортизація яких є високою та складає значну частину вартості навчання. В той же

© Бурак К.О., Ковтун В.М., Гринішак М.Я., Михайлишин В.П., 2013

час комп'ютерні технології дозволяють не тільки зменшити вартість навчання, але й покращити його якість.

На жаль, як показали наші дослідження, готових програмних розробок, які реалізовували хоча б основні можливості інформаційних технологій при підготовці інженера-геодезиста, поки що не існує. Це і обумовлює актуальність проблеми створення програмного комплексу для навчання теоретичним і практичним навичкам роботи з електронними геодезичними приладами взагалі і SokkiaSET 630R, зокрема.

Виклад основного матеріалу. Проблемі впровадження інформаційних технологій в навчальний процес присвячено велику кількість робіт. Досліджені фактори, завдяки яким досягається ефективність від використання інформаційно-тренажерних систем, до яких відносять й використання ЕОМ-програм. Розроблено і доступні в Інтернеті електронні симулятори від виробників приладів, але вони ілюстративні (носять більше рекламний характер, ніж навчальний), без можливості контролю знань та повноцінного їх використання в навчальних цілях.

З врахуванням вищезазначених аспектів було створено комплекс програм (проект), за допомогою якого можна не лише показати вигляд меню SokkiaSET 630R, як в існуючому тренажері фірми виробника, але й програмно імітуючи процес виконання типових завдань, які постають перед користувачем електронного тахеометра, полегшити і керувати навчанням, а також перевірити теоретичні знання та вміння [1-3].

Поставлене завдання було вирішене за допомогою комплексу програм: Adobe Photoshop CS4, MS Excel, Visual Studio 2010. Для побудови повнофункціонального меню електронного тахеометра було вибрано методику фотографування кожного можливого варіанту положення меню, загалом їх 384. Методика полягала у фотографуванні та каталогізуванні екрану електронного меню тахеометра. Далі за допомогою програмного комплексу графічного редактора Adobe Photoshop CS4 всі фотографії оброблялися і приводилися до однотипного виду – кадрувалися та зменшувалися.

Розроблена методика навчання полягає в наступному. Після вивчення теоретичного матеріалу студент приступає до практичної роботи з електронним тренажером в режимі спуску. Після самостійного засвоєння теоретичного матеріалу відповідного завдання, ознайомлення з приладом і роботою з ним на аудиторному занятті, студент приступає до закріплення необхідних практичних навичок роботи на електронному тренажері, спочатку в режимі повернення на один крок назад. Якщо на думку студента він досяг необхідного рівня засвоєння, розв'язує задачу без опори на зовнішній матеріал (методичні вказівки чи керівництво користувача, що додається до приладу), він робить спроби виконати завдання в режимі повного спуску. Час, який він затратить на виконання завдання, автоматично фіксується в пам'яті програми. По аналогії з комп'ютерними іграми студенту повідомляється, на якому місці знаходиться його результат (час виконання) в порівнянні з усіма результатами, які вже є в пам'яті. Досвід показав, що при такій методиці процес навчання та засвоєння знань став ефективнішим та швидшим.

На основі аналізу відповідей на контрольні питання викладач допускає студента до підсумкового контролю знань з використанням повнофункціонального електронного симулятора тахеометра SokkiaSET 630RT. Цей проект також створений в програмному середовищі Visual Studio.

Після натиснення на привітальне вікно користувачу надається можливість вибору між двома режимами роботи – «тренажер» і «меню» (рис. 1).

При виборі режиму «тренажер» користувачу будуть надані тестові питання про меню приладу та про типові завдання, які він дозволяє виконувати. Після правильних відповідей студенту надається можливість показати свої вміння в режимі «меню», який надає можливість вільного переміщення між вікнами електронного тахеометра. Тобто, на відміну від роботи з електронним тренажером, студент має можливість вільного пересування вікнами ЕТ, навіть якщо його дії не оптимальні, або навіть помилкові, програма не буде йому повідомляти про це.

Якщо студент виконав завдання поставлене викладачем за відведений для цього час (встановлюється викладачем експертним шляхом на основі аналізу затраченого ним часу на виконання і наявних даних про час виконання аналогічного завдання студентами на тренажері), робота йому зараховується.

Розроблений проект (комплекс програм) дозволив, можливо вперше, належним чином організувати і роботу зі студентами заочної форми навчання. Студент на кафедрі, або електронною поштою отри-

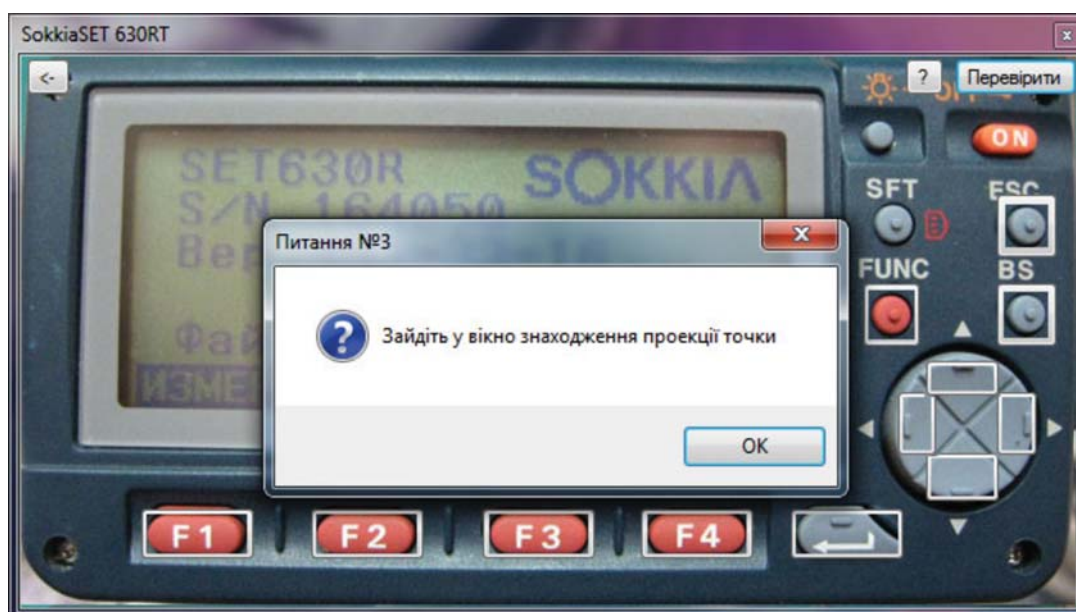


Рис. 1. Приклад завдання № 3 «Зайдіть у вікно знаходження проекції точки»

мує електронні версії методичних вказівок з предмету, в тому числі електронний тренажер і програму інсталятор симулятора. Самостійно вивчає матеріал, набуває практичних навичок, розв'язуючи завдання на тренажері, який працює в середовищі Microsoft Office Excel. Далі для контролю знань, отримавши від викладача код доступу до програми інсталятора симулятора, приступає до розв'язування завдань. У випадку успішної роботи, програма автоматично створює файл, в якому міститься інформація про студента – його прізвище, дату виконання тестування та час виконання роботи. Після цього студент пересилає викладачу відповідний файл і викладач на основі цього контролює студента та його рівень знань.

Висновки

1. Аналіз літератури засвідчив актуальність розробок з впровадження комп'ютерних технологій в навчальний процес при вивченні роботи з електронними геодезичними приладами. Це пояснюється високою вартістю амортизації цих приладів, відсутністю повнофункціональних тренажерів, розроблених з врахуванням науково-педагогічних принципів навчання.
2. Використання на початкових стадіях навчання електронного тренажера з послідовним застосуванням стратегій повернення до попередньої дії і спуску до початку виконання завдання з контролем часу виконання, значно прискорює процес здобуття практичних навичок.
3. Повнофункціональний електронний симулятор з контролем часу виконання, встановленого за експертними даними, дозволяє повно і об'єктивно оцінити ступінь готовності студента до професійної діяльності.
4. Розроблена технологія може бути використана для розробки проектів з навчання роботі і на інших електронних геодезичних приладах.

Література

1. Бурак К.О. Інженерна геодезія. Лабораторний практикум. Частина 4. / К.О.Бурак, В.П. Михайлишин. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2011. – 86 с.
2. Leica Downloads Search, TS30/TM30 Simulation [Електронний ресурс] / Режим доступу: [http://www.leica-geosystems.com/en/downloads-downloads-search_74590.htm?area=1%2C55%2C51%2C52&search=true&q=&product=TM30&type=\(28 березня 2012\)](http://www.leica-geosystems.com/en/downloads-downloads-search_74590.htm?area=1%2C55%2C51%2C52&search=true&q=&product=TM30&type=(28%20березня%202012))
3. Topcon Pocket-3D simulator [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://topcon-pocket-3d-simulator.software.informer.com/> (28 березня 2012).

ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ГЕНЕРАЦІЇ ГІДРОЛОГІЧНО-КОРЕКТНИХ ТА ЕКОЛОГІЧНО-ВІДПОВІДНИХ ЦИФРОВИХ МОДЕЛЕЙ МІСЦЕВОСТІ

Розглянуто ряд прикладних аспектів генерації цифрових моделей місцевості з використанням кросс-валідаційних процедур, застосування яких мінімізує помилки інтерполяції в автоматичному режимі. Показано приклад застосування такого підходу з використанням вільної ГІС GRASS.

Ключові слова: цифрова модель місцевості, кросс-валідація, напружені регуляризовані сплайни, ГІС GRASS.

Рассмотрены прикладные аспекты создания цифровых моделей местности с использованием кросс-валидационных процедур, которые минимизируют ошибки интерполяции в автоматическом режиме. Показан пример применения такого подхода с использованием свободной ГИС GRASS.

Ключевые слова: цифровая модель местности, кросс-валидация, напряженные регуляризованные сплайны, ГИС GRASS.

Practical aspects were considered when creating a digital terrain models using cross-validation procedures to minimize the interpolation error in the automatic mode. There was an example of such an approach using free GIS GRASS.

Keywords: digital terrain model, cross-validation, regularized splines with tension, GIS GRASS.

Постановка проблеми. Використання сучасних ГІС-технологій з метою моделювання, прогнозування розвитку різноманітних ситуацій, їх аналізу і запобігання ризикам повинне базуватися на даних з беззаперечною достовірністю. Основою такого підходу виступають цифрові моделі місцевості (ЦММ). Питання їх точності, детальності та репрезентативності є актуальними і важливими в силу різноманітності напрямків практичного застосування, зокрема прогнозування ерозійних явищ, поведінки, управління земельними ресурсами, аналізу та розрахунку екологічних показників, різних видів моніторингу тощо.

Залежно від сфери застосування та характеру наступних дій є певні застереги щодо формування ЦММ. Так, просторова неоднорідність земної поверхні зумовлює виникнення ряду похибок при наземній зйомці навіть за використання сучасних приладів [17]: результуюча модель поряд із своїми, буде акумулювати в собі й похибки зйомки. Попри високий рівень розвитку методів ДЗЗ та їх високу роздільну здатність, часто мають місце систематичні погрешності в контексті інтерпретації деяких особливостей поверхні [2, 4, 18].

Серед широкого класу цифрових моделей місцевості найбільш відомими є растрові (на основі регулярної мережі висотних відміток – моделі GRID) та векторні (на базі нерегулярної мережі трикутників – моделі TIN). До загальновідомих проблем останніх належить так званий ефект «терас», що унеможливує їх використання як основи для моделей вищого рівня (ерозійних, екологічних тощо), які вимагають точного опису перерозподілу потоків речовини та енергії. Виходячи з останньої вимоги, можливість побудови гідрологічно-коректної а, отже, й екологічно-відповідної цифрової моделі місцевості можуть надати растрові моделі. При цьому важливо і необхідно враховувати кілька речей, що найчастіше залишаються поза увагою дослідників, а саме: питання вибору правильної роздільної здатності моделі та алгоритму її генерації. Зокрема, хибний вибір кроку дискретизації моделі зумовлює втрату значної частини інформації про досліджуваний об'єкт і, відповідно, подальші аналіз та моделювання в будь-яких прикладних додатках, зокрема екологічних, буде супроводжуватись значними систематичними похибками [6].

Серед існуючих методів генерації ЦММ, які використовуються в комплексі наук про Землю, найбільш популярними згідно [13] є 42, поділених на 3 групи: не-геостатистичні, геостатистичні та комбіновані. За такого різноманіття методів, які можуть бути використані при цифровому моделюванні рельєфу, не всі надають можливість отримати гідрологічно-коректну й екологічно-відповідну ЦММ. Причинами цього є як недоліки самих інтерполяційних алгоритмів, так і методичні помилки дослідників, зумовлені, зокрема, недостатнім досвідом та низьким рівнем математичної підготовки [7]. Із розширенням доступності геоінформаційних методів і підходів для широкого кола наукових досліджень вплив останніх факторів зростає. Водночас інтерполяційні алгоритми контролюються значними наборами параметрів, які дозволяють оптимізувати математичні функції для отримання відповідної щодо поставлених критеріїв поверхні. Ці параметри не завжди є добре документовані, а тому отримані ЦММ із використанням значень параметрів за замовчуванням часто є неякісними [7]. Отже, оптимізація та автоматизація процесу вибору значень параметризації моделі – актуальне і необхідне завдання.

Мета роботи – дослідження можливості автоматизованого підбору параметрів інтерполяційних функцій для отримання гідрологічно-коректних та екологічно-відповідних ЦММ.

Об'єкт досліджень – процес отримання цифрової моделі місцевості із заданими характеристиками; **предмет дослідження** – розгляд алгоритму отримання ЦММ в частині автоматизованого підбору параметрів інтерполяційних функцій та перевірка якості отриманої моделі на основі статистичних показників.

Методика досліджень. Дослідження проводилися з використанням інструментальних засобів ГІС GRASS 6.4 [3,12] у середовищі Debian GNU Linux 7.0 [10] із дотриманням умов Загальної громадської ліцензії GNU GPL [11] щодо вживання цих програмних засобів. Для тестової ділянки м. Чернівці (1x1 км) складної геоморфологічної будови в якості топографічної основи була обрана частина карти горизонталей М 1:2000 з перерізом 1 м. Для оцифрування картографічних даних застосували векторизатор Easy Trace 7.99 [5], згладжування горизонталей провели модулем GRASS v.generalize (алгоритм chaiken, число ітерацій n=3). Для генерації ЦММ обрали регуляризовані напружені сплайни [14] реалізовані в модулі GRASS v.surf.rst [1, 16].

Виклад основного матеріалу. Із численних методів створення ЦММ, представлених у ГІС GRASS, ми використали метод регуляризованих напружених сплайнів (Regularized Spline with Tension - RST), який обчислює значення висот у вузлах сітки за допомогою функції, що моделює тонку гнучку пластину, яка проходить через/або близько до точок вихідних даних [8,9,14]. Наразі це найточніший метод у ГІС GRASS, хоча підбір параметрів для отримання найкращого результату на різнорідних наборах даних є окремим інженерним завданням [16].

До переваг RST-інтерполяції належить її гнучкість в рамках однієї радіальної базисної функції, на відміну від часто суб'єктивного вибору відповідної варіограми в крігінгу. Для належного врахування мінливості модельованого явища (у т. ч. рельєфу), функція може бути налаштована рядом параметрів, з яких до числа найбільш впливових належать напруженість та згладженість. Їх підбір емпіричним шляхом вимагає великого досвіду та знань модельованого явища. Проте існують методи їх автоматичного вибору шляхом пошуку мінімальної помилки, який здійснюється процедурою кросс-валідації – перехресної перевірки [8,15]. Її суть полягає у видаленні однієї точки початкових даних та виконанні апроксимації для її місцезнаходження, користуючись даними, що залишилися. При цьому обчислюється різниця між фактичним і апроксимованим значенням. Потім видалена точка повертається і вилучається наступна і це повторюється для кожної точки вихідних даних. Надалі ефективність роботи інтерполятора обчислюється як середньоквадратична помилка RMSE (Root Mean Squared Error):

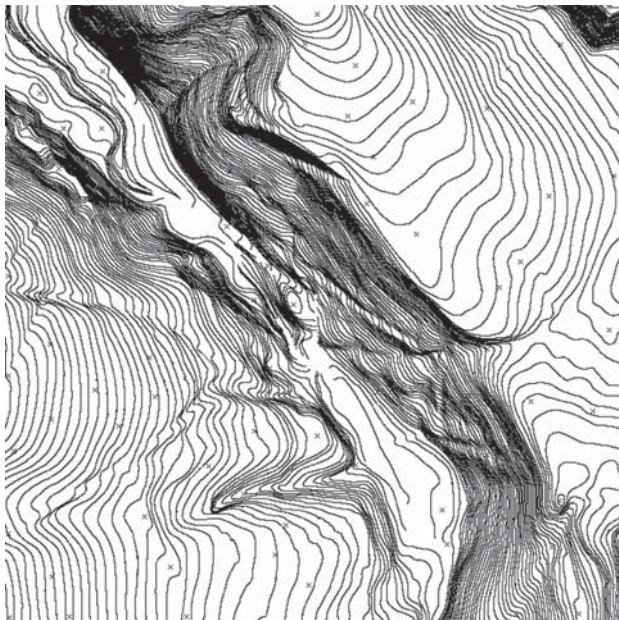
$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (a_i^* - a_i)^2}, \quad (1)$$

де a_i^* є розрахованим значенням в заданій точці i , а a_i є дійсним значенням висоти. Низькі значення RMSE свідчать про більш надійні оцінки в області між точками даних. Отже, кросс-валідація може бути використана для пошуку оптимальних параметрів інтерполяції шляхом мінімізації RMSE. Вихо-

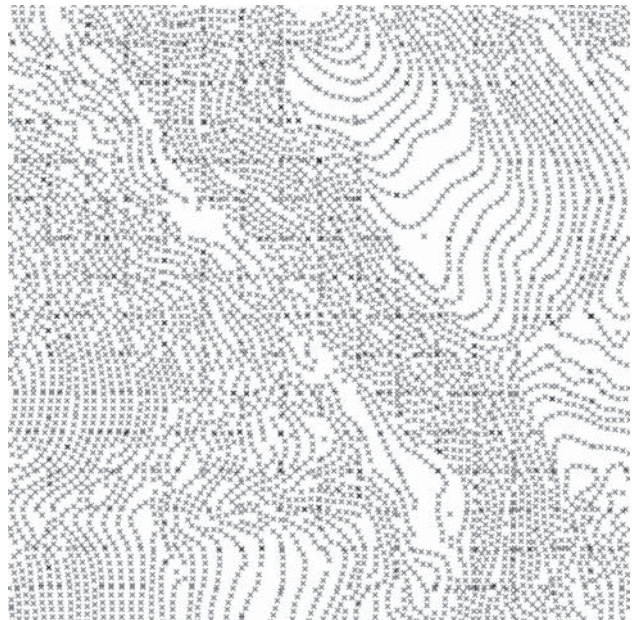
дячи з великого досвіду, пропонується для вирішення такого роду задач скрипт на bash [16], розробником якого є J.Hofierka, на відмінних від модельних наборах даних не працює. Аналіз його структури засвідчив, що він призначений для проведення кросс-валідації лише на невеликих наборах даних, обмежених кількістю точок $n=700$. Тому нами було дещо видозмінено секцію, яка відповідає власне за розрахунки:

```
до:      v.surf.rst -c input=$INMAP cvdev=data_cv_$TNSSMTH zcolumn=$ZCOL tension=«$i»
          smooth=0.«$j» segmax=700 --o
після:   v.surf.rst -c input=$INMAP cvdev=data_cv_chvr_$TNSSMTH zcolumn=$ZCOL
          tension=«$i» smooth=0.«$j» dmin=70 dmax=100 npmin=120 segmax=25 --o
```

з метою можливості проведення кросс-валідації на матеріалі довільного обсягу. У нашому дослідженні для апробації методики з усього пулу відвекторизованих горизонталей (рис. 1а) згідно видозмінених параметрів скрипта було вибрано 5693 базові точки (рис. 1б), які з високою достовірністю репрезентували масив даних та надали можливість проводити розрахунки в розумні терміни (процедура перебору всіх можливих варіантів (всього 150 можливих комбінацій) тривала і збільшення числа точок в арифметичній прогресії подовжує тривалість розрахунків у геометричній).



а) карта горизонталей тестової ділянки



б) розташування апробаційних точок

Рис. 1. Вихідна векторна основа для процедури кросс-валідації

Залежність величини RMSE від різних значень параметрів напруженості сплайну ϕ та його згладженості ω ($\phi \in \langle 10, 150 \rangle$, $\omega \in \langle 0.1, 1.0 \rangle$ з кроками дискретизації 10 та 0,1 відповідно) представлена на рис. 2. Отримані результати показують, що найменша середньоквадратична помилка для дослідного набору даних притаманна парі значень $\phi=20$ та $\omega=0,1$ і становить 0,292 м, що є цілком задовільним для ЦММ заданої точності і є меншою, ніж при встановленні параметрів за замовчуванням, при яких її значення становить 0,346 м (різниця склала 18,5%).

Аналіз просторового розподілу стандартного відхилення в отриманій моделі показує, що найбільші різниці притаманні областям із високою варіабельністю z-координати. Це вказує на те, що для таких ділянок, які чітко візуалізуються як у 2d, так і 3d форматах (рис. 3), доцільним є вибір дещо інших параметрів інтерполювання. Інструментальні засоби ГІС GRASS дозволяють проводити такий аналіз із хорологічними дефініціями щодо кожного параметру окремо: це окреслює напрямки подальших досліджень такого роду.

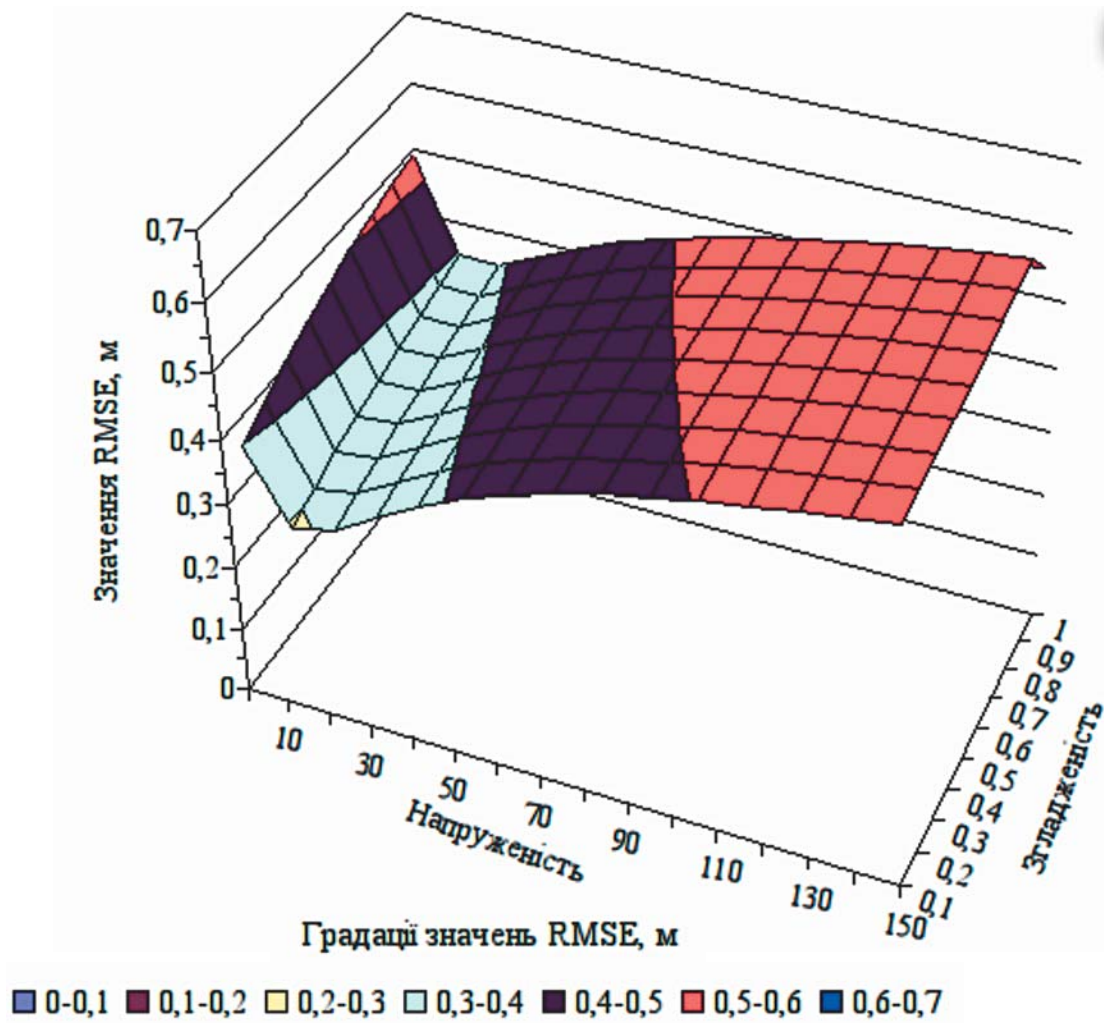


Рис. 2. Залежність величини RMSE від градацій факторів напруженості та згладженості сплайну

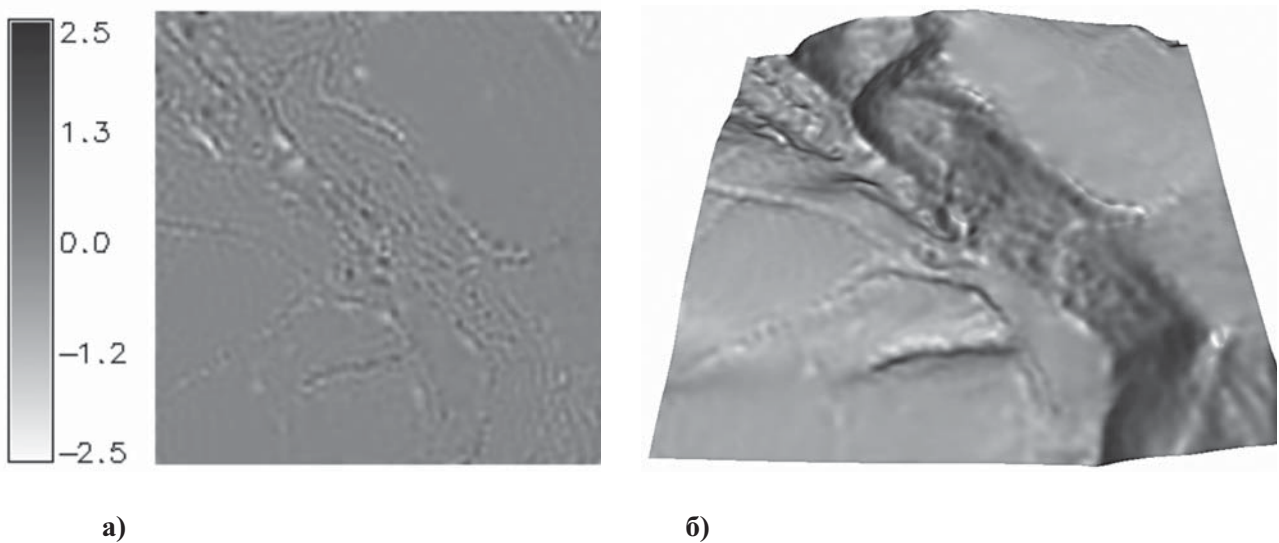


Рис. 3. Просторовий розподіл стандартного відхилення після кросс-валідації: а) розподіл у 2d; б) приуроченість екстремумів девіації до форм рельєфу у 3d

Порівняння статистичних показників варіантів із найнижчою та найвищою RMSE показує, що навіть за використання оптимальних значень параметризації сплайну є точки окремих локальних екстремумів, обчислені висоти в яких значно відрізняються від реальних: це лише підтверджує необхідність вибору різних величин напруженості сплайну ϕ та його згладженості ω для різних геоморфологічних елементів (табл. 1).

Таблиця 1

Порівняння статистичних характеристик векторних карт відхилень модельної ділянки із найкращими та найгіршими значеннями параметрів ϕ та ω

Показник	$\phi=20; \omega=0,1$	$\phi=150; \omega=0,9$
число точок	n=5693	
Min	-3.58178	-4.01959
Max	5.96057	6.31467
Діапазон	9.54235	10.3343
стандартне відхилення сукупності	0.514251	0.592672
Дисперсія	0.264454	0.35126
коефіцієнт варіації	219.702	254.86
Екссес	11.9827	10.7414
Асиметрія	0.741917	0.747703
RMSE	0,292	0,346

Висновки. Отже, підбір параметрів моделювання з метою генерації гідрологічно-коректних та екологічно-відповідних ЦММ засобами ГІС, зокрема GRASS, є можливим і доступним процесом для широкого кола фахівців. Процедура їх автоматичного вибору шляхом пошуку мінімальної квадратичної помилки при використанні алгоритму кросс-валідації (перехресної перевірки) дозволяє поліпшити якість ЦММ і тим самим сприяє отриманню достовірніших результатів при моделюванні інших видів, зокрема гідрологічного, ерозійного, екологічного тощо. Регуляризовані напружені сплайни забезпечують створення фізичної моделі рельєфу шляхом зміни еластичних властивостей інтерполяційної функції. Відповідно, їх використання для відтворення фізичних явищ, які є наслідком процесів мінімізації енергії, на прикладі ландшафту з його балансом між силою гравітації, взаємодією ґрунтів та клімату є цілком виправданим та рекомендованим у сфері наук про Землю.

Література

1. Дмитрук Ю.М. Окремі аспекти організації території на основі виокремлення потоково-орієнтованих структур із використанням ГІС GRASS / Ю.М.Дмитрук, В.Р.Черлінка // Землеустрій і кадастр. – 2011. – №3. – С. 57–64.
2. Дмитрук Ю.М. Передискретизація даних Aster GDEM 2 для потреб картування ґрунтів / Ю.М.Дмитрук, В.Р.Черлінка // Біологічні системи. – 2012. – №4. – Вип. 2. – С. 157–161.
3. Черлінка В.Р. Особливості та актуальність використання системи підтримки аналізу географічних ресурсів (GRASS) / В.Р.Черлінка, Ю.М.Дмитрук // Ученые записки Таврійського національного університету ім. В.І.Вернадського. – Серія: Географія. – 2011. – Т.24 (63). – №1. – С. 3–7.
4. Debian GNU Linux – the universal operating system [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.debian.org/index.en.html>
5. Easy Trace 7.99 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.easytrace.com/site2/program/et799_ru
6. Hengl T. Mathematical and Digital Models of the Land Surface / T.Hengl, I.S.Evans // Geomorphometry: Geomorphometry: Concepts, Software, Applications. Developments in Soil Science (ed T.Hengl, H.I.Reuter). – Vol. 33. – Elsevier, 2009. – pp. 31-64.
7. Hengl T. Finding the right pixel size / T.Hengl // Computers & Geosciences. – 2006. – №32. – PP. 1283-1298.
8. Hofierka J. Multivariate interpolation of precipitation using regularized spline with tension / J.Hofierka, J.Parajka, H.Mitasova, L.Mitas // Transactions in GIS. – 2002. – № 6. – PP. 135–150.

9. Hofierka J. Interpolation of radioactivity data using regularized spline with tension / J.Hofierka // Applied GIS. – 2005. – Vol. 1. – №2. – PP. 16/01–16/13.
10. Hofierka J. Optimisation of Interpolation Parameters Using Cross-validation / J.Hofierka, T.Cebecauer, M.Šúr // Digital Terrain Modelling. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography (ed. R.J.Peckham, J.Gyozo). – Berlin: Springer-Verlag Heidelberg, 2007. – PP. 67–82.
11. GNU GENERAL PUBLIC LICENSE [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.gnu.org/licenses/gpl.html>
12. Geographic Resources Analysis Support System [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://grass.fbk.eu/>
13. Li J. A Review of Spatial Interpolation Methods for Environmental Scientists / J.Li, A.D.Heap. – Canberra: Geoscience Australia, 2008. – Record 23. – 137 pp.
14. Mitašova H. Interpolation by Regularized Spline with Tension: I. Theory and Implementation / H.Mitašova, L.Mitaš // Mathematical Geology. – 1993. – Vol. 25. – №.6. – PP. 641–655.
15. Mitsova H. Modeling spatially and temporally distributed phenomena: New methods and tools for GRASS GIS / H.Mitsova, L.Mitas, W.M.Brown, D.P.Gerdes, I.Kosinovsky // International Journal of GIS.- 2001 – Vol. 9. – PP. 443-446.
16. Neteler M. Open Source GIS: a GRASS GIS approach (3rd edition) / M.Neteler, H.Mitsova. – New York: Springer, 2008. – 406 p.
17. Oksanen J. Digital elevation model error / Oksanen J. – Helsinki: Helsinki University Press, 2006. – 59 p.
18. Remote Sensing of Urban and Suburban Areas / Ed. Tarek Rashed, Carsten Jürgens // Series: Remote sensing and digital image processing. – Vol. 10. – London: Springer Dordrecht Heidelberg, 2010. – 352 p.

УДК 528.8.04

Гуцул Т.В.
*Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича*

ДЕШИФРУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ЗАБУДОВИ ДЛЯ ЦІЛЕЙ МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРИ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

Запропоновано методику дешифрування забудови населених пунктів з використанням супутникових знімків з метою доповнення матеріалів моніторингу атмосфери і підвищення точності здійснюваних прогнозів.

Ключові слова: дешифрування об'єктів забудови, ГІС-технології, бази даних.

Предложена методика дешифрирования застройки населенных пунктов с использованием спутниковых снимков с целью дополнения материалов мониторинга атмосферы и повышения точности выполняемых прогнозов.

Ключевые слова: дешифрирование объектов, застройка, ГИС-технологии, базы данных.

The article describes the method of interpretation of settlements with a used satellite imagery to supplement materials for monitoring the atmosphere and improve the accuracy of forecasts carried out.

Keywords: interpretation facilities development, GIS technology database.

Постановка проблеми. Застосування класичних методів контролю повітря містить велику кількість принципових недоліків, таких як: трудомісткість (для кожної вимірюваної компоненти свій ме-

9. Hofierka J. Interpolation of radioactivity data using regularized spline with tension / J.Hofierka // Applied GIS. – 2005. – Vol. 1. – №2. – PP. 16/01–16/13.
10. Hofierka J. Optimisation of Interpolation Parameters Using Cross-validation / J.Hofierka, T.Cebecauer, M.Šúr // Digital Terrain Modelling. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography (ed. R.J.Peckham, J.Gyozo). – Berlin: Springer-Verlag Heidelberg, 2007. – PP. 67–82.
11. GNU GENERAL PUBLIC LICENSE [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.gnu.org/licenses/gpl.html>
12. Geographic Resources Analysis Support System [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://grass.fbk.eu/>
13. Li J. A Review of Spatial Interpolation Methods for Environmental Scientists / J.Li, A.D.Heap. – Canberra: Geoscience Australia, 2008. – Record 23. – 137 pp.
14. Mitašova H. Interpolation by Regularized Spline with Tension: I. Theory and Implementation / H.Mitašova, L.Mitaš // Mathematical Geology. – 1993. – Vol. 25. – №.6. – PP. 641–655.
15. Mitsova H. Modeling spatially and temporally distributed phenomena: New methods and tools for GRASS GIS / H.Mitsova, L.Mitas, W.M.Brown, D.P.Gerdes, I.Kosinovsky // International Journal of GIS.- 2001 – Vol. 9. – PP. 443-446.
16. Neteler M. Open Source GIS: a GRASS GIS approach (3rd edition) / M.Neteler, H.Mitsova. – New York: Springer, 2008. – 406 p.
17. Oksanen J. Digital elevation model error / Oksanen J. – Helsinki: Helsinki University Press, 2006. – 59 p.
18. Remote Sensing of Urban and Suburban Areas / Ed. Tarek Rashed, Carsten Jürgens // Series: Remote sensing and digital image processing. – Vol. 10. – London: Springer Dordrecht Heidelberg, 2010. – 352 p.

УДК 528.8.04

Гуцул Т.В.
*Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича*

ДЕШИФРУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ЗАБУДОВИ ДЛЯ ЦІЛЕЙ МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРИ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

Запропоновано методику дешифрування забудови населених пунктів з використанням супутникових знімків з метою доповнення матеріалів моніторингу атмосфери і підвищення точності здійснюваних прогнозів.

Ключові слова: дешифрування об'єктів забудови, ГІС-технології, бази даних.

Предложена методика дешифрирования застройки населенных пунктов с использованием спутниковых снимков с целью дополнения материалов мониторинга атмосферы и повышения точности выполняемых прогнозов.

Ключевые слова: дешифрирование объектов, застройка, ГИС-технологии, базы данных.

The article describes the method of interpretation of settlements with a used satellite imagery to supplement materials for monitoring the atmosphere and improve the accuracy of forecasts carried out.

Keywords: interpretation facilities development, GIS technology database.

Постановка проблеми. Застосування класичних методів контролю повітря містить велику кількість принципових недоліків, таких як: трудомісткість (для кожної вимірюваної компоненти свій ме-

тод і прилад), тривалість обробки проби, мала кількість і недоступність як правило, висотних точок спостереження. Все це обмежує можливості здійснення моніторингу забруднення великих об'ємів атмосфери класичними методами. Такий моніторинг необхідний для вирішення широкого кола завдань метеорології, кліматології, переносу забруднень, охорони навколишнього середовища [4].

Характер утворення повітряних потоків в умовах міста надзвичайно складний і залежить від щільності забудови, висоти будівель, рельєфу місцевості, ширини вулиць, їх розташування та інших факторів, які важко врахувати під час розрахунку розсіювання викидів шкідливих речовин в атмосферу на загальнотеоретичних моделях. Зазначена обставина суттєво підвищує вимогу до вибору методики і умов розрахунку, що забезпечують достатню надійність прогнозування величин максимальних концентрацій шкідливих речовин у навколоземному просторі міської забудови.

У наш час не існує достатньо обґрунтованої методики розрахунку розсіювання забруднень, котрі враховують особливості міської забудови. Аналогічно і не існує методики і банку геоінформаційних даних з висотними відомостями будівель і споруд міських поселень. Наявні генеральні плани міських поселень як правило містять застарілу інформацію щодо поверховості, і взагалі відсутню висотність [2].

Вихідні передумови. Справжнім проривом в технології оновлення картографічних творів стало використання цифрових методів. Масове впровадження комп'ютерних технологій надає можливість не тільки скоротити затрати на оновлення карт, а й забезпечити даною продукцією різні сфери економіки і населення. Дані супутникової зйомки – основне джерело для підтримки актуальності інформації ГІС.

Дослідженню екологічного моніторингу атмосфери розглядалося багатьма науковцями, зокрема воно представлено в працях А.П. Іванова, А.П. Чайковського, В.Г. Петрука, І.В. Василівського, С.М. Кватернюка. Методологія моніторингу і прогнозування забруднення атмосфери детально опрацьована в працях А.А. Горюнкова, Ю.С. Долинець, О.В. Барладін зосередили увагу на питаннях застосування космічних знімків високого просторового розділення для відновлення топографічних карт і створення актуальних електронних ресурсів. Значні практичні напрацювання в області дешифрування матеріалів супутникової зйомки за розробниками вектори затору EasyTrace та фахівцями ГІС DATA+ [3, 6].

Постановка завдання. Для ефективного управління населеними пунктами та збалансованого розвитку прилеглих територій необхідні великі масиви даних про розташовані на вказаних територіях об'єкти будівель та споруд. Певна річ, що розв'язання даного питання неможливе без урахування сучасних матеріалів космічної зйомки, методик їх дешифрування та технологій зведення їх бази даних. Сформовані банки геопросторових даних доцільно використовувати для розв'язання багатьох задач, зокрема:

- 1) виявлення місць проживання та прикладання праці;
- 2) оцінювання кількісного розміщення населення на територіях;
- 3) побудови буферних санітарно-захисних та охоронних зон;
- 4) виявлення характерних рис розвитку поселень;
- 5) моделювання несприятливих атмосферних явищ.

Стрімкий розвиток сучасних технологій пропонує пересічному користувачеві величезний спектр вільнодоступних даних космічної зйомки та умовно-безкоштовних або відкритих програмних засобів. У свою чергу, це призводить до необхідності їх логічного поєднання в єдине ціле. Можливість одночасного дешифрування і швидкого, фактично автоматизованого наповнення результатів камеральної обробки додатковими відомостями потребує розробки відповідної методики.

Виклад основного матеріалу. На підготовчому етапі доцільно визначити загальні вимоги – структуру створюваної таблиці, формати представлення первинних даних, систему координат, особливості векторизації об'єктів забудови тощо. Зазначені вимоги як правило залежатимуть від призначення створюваного матеріалу, і повинні міститися в технічному завданні.

Найбільша частина робіт з дешифрування здійснювалася в геоінформаційній системі MapInfo версії 9.5.1. в режимі ознайомлення. Крім самого MapInfo застосовувалися і додаткові утиліти до нього – Measure Shadow (вимірювання тіней), Overlap (перекриття об'єктів), Draw Tool (додаткові засоби векторизації), основне призначення яких полягало в полегшенні векторизації складних полігонів, їх ортогоналізації, розміщенні на одній лінії тощо. Аналогічні дії можна здійснювати і у вільній кро-сплатформенній геоінформаційній системі QGIS за відповідної конвертації *.tab файлу з прив'язкою у формат шейп – (*.shp) [6]. Операції щодо конвертації форматів файлів були зумовлені відсутніс-

тю їх прямої підтримки. В ролі конвертора геопросторових даних використовувався вільнодоступний wxGIS версії 0.3.0, а точніше його основний компонент – wxGIS Catalog (рис. 1).

Для перегляду і подальшого завантаження на жорсткий диск комп'ютера супутникових знімків високої роздільної здатності та звичайних карт, що надаються сервісами Google Earth, Google Maps, DigitalGlobe, «Космоснимки», Яндекс.карты, локальні карти «Візіком» та ін. застосовувався вільно-доступний програмний засіб SASPlanet версії 110418.

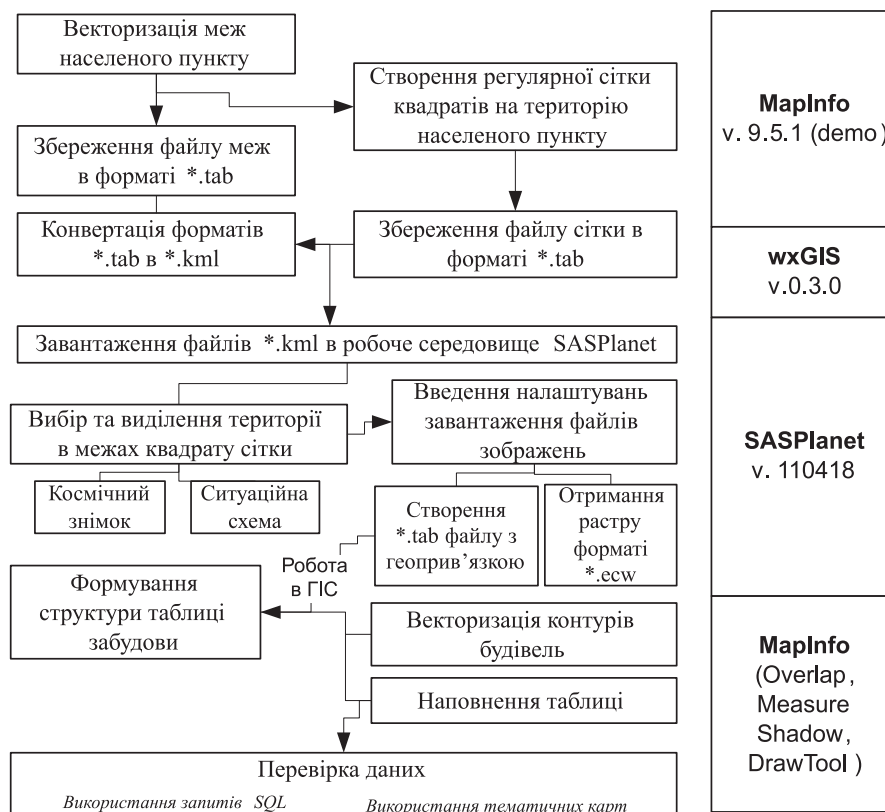


Рис. 1. Алгоритм дешифрування об'єктів забудови

Першочергово на територію виконання робіт створюється єдиний контур, як правило – межа населеного пункту. Зазвичай, це елемент геометрії представлений у вигляді полігону без заливки або суцільної замкнутої лінії і збережений окремим файлом *.tab формату. Його формування в єдиний з космічним знімком системи координат дозволяє в подальшому виявити проходження меж по природнім рубежам, дорожніми шляхами, інженерними спорудами і т.д., що й буде свідчити про точність здійснених робіт і допоможе одразу відшукати потрібну територію на знімку.

Наступним кроком, що суттєво полегшує пошук території, котра векторизовуватиметься, є перетворення сформованого файлу межі засобом wxGIS у формат *.kml та його відкриття в середовищі SASPlanet. У зв'язку з тим, що території міст зазвичай займають великі площі, завантаження такого масиву даних супутникової зйомки не тільки тривале в часі, але й не зручне в процесі опрацювання в ГІС MapInfo, і в результаті сповільнює швидкість роботи навіть відносно потужного комп'ютера. Ефективним вирішенням цієї ситуації є створення додаткового файлу з розграфленою сіткою у вигляді регулярної мережі ліній, що утворюють квадрати. Експериментально встановлено, що оптимальними розмірами таких квадратів є сторони з довжинами 2,5–3 км, котрі в подальшому дозволяють сформувати растровий файл супутникового знімка з роздільною здатністю від 8500×8500 до 10000 × 10000 пікселів і коректно з ним працювати. Результуючими параметрами файлу, отриманого в SASPlanet, є прямокутна область виділеного растрового зображення супутникового знімку Google в форматі Ecw (оптимізоване вейвлет перетворення) з накладеним гібридним зображенням (Quick Bird) масштабу 1:2 000 і додатково створюваним файлом прив'язки формату *.tab. Використання гібриду, за умови що та-

кий наявний на територію дослідження, дозволяє в одному файлі отримати карту і знімок одночасно. Тобто, паралельно із присутніми на супутниковому знімку об'єктами забудови, їх тінями, безпосереднє дешифрування котрих в подальшому слугуватиме прямою ознакою висотності, отримуються і назви вулиць, та номери будинків чи споруд розміщених на ній.

Завантажений гібридний знімок варто відкрити в середовищі GIS MapInfo, де новим окремим шаром створити структуру таблиці для занесення просторової інформації. Мінімально пропонується наступний перелік та тип полів, представлений в таблиці 2 [1].

Таблиця 2

Організація даних в дешифрованому шарі забудови

Назва поля	Тип поля	Інформація
type_code	Десяткове (4,0)	Тип території, в котрій розміщена забудова: 1 – житлова багатоповерхова забудова; 2 – нежитлова (промислова) забудова; 3 – об'єкти в процесі спорудження; 4 – індивідуальна одноповерхова (дачна) забудова
storey	Десяткове (4,0)	Поверховість будівлі або споруди
height_final	Ціле	Значення висоти будівлі або споруди
street_name	Символьне (60)	Власна назва вулиці (проїзду)
house_number	Символьне (15)	Номер будинку (споруди)
Uniq	Ціле	Унікальний ідентифікатор об'єкту в базі даних

Визначення висоти будівель доцільно проводити з використанням утиліти Measure Shadow. Загальні особливості процесу дешифрування висотного значення полягають у встановленні масштабного коефіцієнту супутникового знімку. Для цього обирається будівля з точно відомою висотою і порівнюється з відповідним їй значення в таблиці висот будівель та споруд (таблиця 3). В результаті ділення відомого значення висоти на еталонне і отримується коефіцієнт, що вноситься в налаштування цієї утиліти. Решта дій по визначенню висотності будуть зводитися до проведення ліній від кінця тіней, що відходять від будівель до їх ближніх кутів, отримані таким чином значення будуть автоматично записуватися в таблицю MapInfo. Окрім того, особливої уваги потребують сучасні Інтернет сервіси, котрі вдало можна застосовувати для визначення поверховості (Google Maps – , Yandex Maps і т.д.).

Таблиця 3

Інструкція висотності будівель і споруд

Тип забудови	Забудова	Висотне значення, м
Приватний сектор	Одноповерхова	до 5
	Добудови, тимчасові споруди	4
	Гаражі, дрібні нежитлові об'єкти	3
	Двоповерхова	7
	Триповерхова	9
Однотипні житлові висотні будівлі	4 поверхи	12-14
	5 поверхів	15-17
	6 поверхів	18-20
	7 поверхів	21-23
	8 поверхів	24-26
	9 поверхів	27-29
	10 поверхів	30-32
	12 поверхів	36-38
	15 поверхів	48-50
Нестандартні адміністративні або промислові об'єкти	1 поверх	4-6
	2 поверхи	8-10

Для кращого орієнтування серед об'єктів, котрі вже містять введенне значення поверховості дільно методом діапазонів побудувати тематичну карту. Однак, варто пам'ятати, що окрім створення тематичної карти, необхідно налаштувати розмірність масиву даних в ній, прибравши значення рівне 0. Таким чином вдасться домогтися відображення об'єктів, що містять поверховість у відповідності до кольорів шкали легенди карти, а пусті записи рівні 0 набудуть білого або прозорого забарвлення, що значно полегшить дешифрування.

Заповнення власних назв вулиць відбувається шляхом попереднього виділення всіх будівель і споруд, які прилягають до однієї вулиці, за допомогою інструмента «вибір в полігоні». Подальші дії зводяться до здійснення SQL запиту щодо оновлення стовпця вибірки виділених об'єктів. Введення власної назви вулиці один раз, окрім заощадження часу, додатково унеможливує виникнення орфографічних помилок чи перекручень. Якщо вважати, що пропонується структура шару дешифрованої забудови є мінімальною, і за потреби може легко доповнюватися, то фактично єдиним унікальним полем буде повне значення адреси, тому цей крок надзвичайно важливий з точки зору подальшого доповнення бази даних інформацією.

Введення номеру будинку на відміну від власної назви вулиці здійснюється вручну в кожному індивідуальному випадку, і в міру хаотичного присвоєння адрес та відсутності єдиної структури – автоматизації практично не піддається. На етапі присвоєння будинкової нумерації слід увімкнути режим підписування об'єктів і обрати комбінований вираз з двох полів – «street_name» + «house_number». Застосуванням такої нескладної функції, можна не лише підписати раніше заповнені об'єкти в робочому вікні карти, а й уникати пропущення записів в подальшому.

Для зазначення типу території доцільно виділяти однотипні об'єкти, котрим шляхом SQL запиту присвоювати відповідний класифікатор. Як правило, дачні ділянки мають правильну форму планування з відсутністю великих за розмірами городів і розміщені на окраїнах міст. Заводи, фабрики, промислові підприємства розташовуються біля річок, озер водосховищ. Поряд містяться звичайні адміністративно-господарські будівлі. Індустріальні об'єкти обмежені стінами чи огорожами. Важливою ознакою є наявність залізниць чи автомобільних доріг, що змикаються з об'єктами. Багатопверхова житлова забудова, як і об'єкти незавершеного будівництва на супутникових знімках розпізнаються без особливих труднощів [5].

Поле «uniqu» під час дешифрування забудови одразу заповнювати не варто. Після завершення додавання об'єктів можна використати функцію ROWID, котра автоматично заповнить весь масив стовпця даними. Унікальний ідентифікатор в майбутньому слугуватиме додатковим критерієм відбору інформації з бази даних, її співставленням з більш новішими версіями файлу тощо.

Кінцевим етапом дешифрування об'єктів забудови є перевірка даних. Зрозуміла річ, що традиційна перевірка даних є тривалою і досить трудомісткою, тому варто використати тематичні карти, котрі при відповідному налаштуванні візуально покажуть кількість хибних записів у базі даних. Елементарне вилучення 0 запису дозволяє не тільки візуально побачити, а й дізнатися загальну кількість відсутніх записів в процесі побудови.

Аналогічні перевірки здійснюються і по типу забудови. Для активізації категорії відсутніх або невірно введених записів достатньо провести SQL запит. У вікні результатів, котрі завантажаться у вигляді окремої тимчасової таблиці Query, достатньо виділяти потрібний для редагування таблиці рядок і об'єкт у ньому автоматично виділятиметься на карті.

Висновки. Моніторинг забруднення атмосфери принципово неможливо здійснити тільки класичними методами, які подають інформацію з невеликого числа станцій і, як правило, у приземному шарі. Пропонується методика дозволяє отримати додаткові відомості щодо висоти та щільності забудови для подальшого підвищення точності прогнозування поширення забруднень атмосферного повітря. Окрім того наявність супутникових знімків, їх доступність та постійне оновлення дозволяють проводити дослідження в будь-які періоди часу незалежно від відомчої документації.

Література

1. Варфоломеев И. В. Алгоритмы и структуры данных геоинформационных систем / И. В. Варфоломеев, И. Г. Ермаков, А. С. Савельев. – Красноярск : КГТУ, 2003. – 34 с.

2. Горюнков А. А. О методологии мониторинга и прогнозирования загрязнения атмосферы при аварийных выбросах опасных химических веществ / А. А. Горюнков // Технологии техносферной безопасности. – Томск, 2011. – № 4 – С. 1–4.
3. Долинець Ю. С. Застосування космічних знімків високого просторового розділення для відновлення топографічних карт / Ю. С. Долинець // Екологія та ноосферологія. – Дніпропетровськ, 2009. – №3-4. – С. 31–37.
4. Лідарний екологічний моніторинг атмосфери / Іванов А. П., Чайковський А. П., Петрук В. Г., Васильківський І. В., Кватернюк С. М. – Вінниця : Вісник Вінницького політехнічного інституту, 2010. – №3 – С. 7–14.
5. Лютый А. А. Аэрокосмическая информация в изучении и картографировании социально-экономических территориальных систем / А. А. Лютый, Н. Н. Малахова. – М.: ИГ АН СССР, 1987. – 108 с.
6. Руководство пользователя MapInfo Professional 9.0 / MapInfo Corporation Troy. – New York, 2007. – 620 с.

504.064.3:504.453

*Крайнюков О. М.
Харківський національний університет
імені В.Н. Каразіна*

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ВУГЛЕВОДНЕВОГО ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ РІЧКОВОГО БАСЕЙНУ

На основі виконання натурних обстежень ділянки басейну р. Сіверський Донець в межах території Харківської області в районах зосередження великої кількості різноманітних джерел вуглеводневого забруднення компонентів навколишнього природного середовища та лабораторних досліджень проб поверхневих, підземних вод, донних відкладів і ґрунтів за показниками вмісту нафтопродуктів і рівня загальної токсичності води і фітотоксичності ґрунтів сформульовано рекомендації щодо удосконалення системи моніторингу вуглеводневого забруднення річкового басейну. З цієї метою пропонується: пункти спостережень та контролю розміщувати з урахуванням специфіки функціонування і локалізації джерел вуглеводневого забруднення (площадкових, точкових, лінійних); одночасно використовувати хімічні (вміст нафтопродуктів) і біологічні методи (визначення токсичності води і фітотоксичності ґрунтів) для комплексної оцінки екологічного стану території.

Ключові слова: річковий басейн, вуглеводневе забруднення, система моніторингу, пункти спостережень, поверхневі води, підземні води, донні відклади, ґрунти, нафтопродукти, біотестування.

На основе выполнения натурных обследований участка бассейна р. Северский Донец в пределах территории Харьковской области в районах сосредоточения большого количества разнообразных источников углеводородного загрязнения компонентов окружающей природной среды и лабораторных исследований проб поверхностных, подземных вод, донных отложений и почв по показателям содержания нефтепродуктов и уровня общей токсичности воды и фитотоксичности почв сформулированы рекомендации по совершенствованию системы мониторинга углеводородного загрязнения речного бассейна. С этой целью предлагается: пункты наблюдений и контроля размещать с учетом специфики функционирования и локализации источников углеводородного загрязнения (площадных, точечных, линейных); одновременно использовать химические (содержимое нефтепродуктов) и био-

© Крайнюков О. М., 2013

2. Горюнков А. А. О методологии мониторинга и прогнозирования загрязнения атмосферы при аварийных выбросах опасных химических веществ / А. А. Горюнков // Технологии техносферной безопасности. – Томск, 2011. – № 4 – С. 1–4.
3. Долинець Ю. С. Застосування космічних знімків високого просторового розділення для відновлення топографічних карт / Ю. С. Долинець // Екологія та ноосферологія. – Дніпропетровськ, 2009. – №3-4. – С. 31–37.
4. Лідарний екологічний моніторинг атмосфери / Іванов А. П., Чайковський А. П., Петрук В. Г., Васильківський І. В., Кватернюк С. М. – Вінниця : Вісник Вінницького політехнічного інституту, 2010. – №3 – С. 7–14.
5. Лютый А. А. Аэрокосмическая информация в изучении и картографировании социально-экономических территориальных систем / А. А. Лютый, Н. Н. Малахова. – М.: ИГ АН СССР, 1987. – 108 с.
6. Руководство пользователя MapInfo Professional 9.0 / MapInfo Corporation Troy. – New York, 2007. – 620 с.

504.064.3:504.453

Крайнюков О. М.
*Харківський національний університет
імені В.Н. Каразіна*

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ВУГЛЕВОДНЕВОГО ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ РІЧКОВОГО БАСЕЙНУ

На основі виконання натурних обстежень ділянки басейну р. Сіверський Донець в межах території Харківської області в районах зосередження великої кількості різноманітних джерел вуглеводневого забруднення компонентів навколишнього природного середовища та лабораторних досліджень проб поверхневих, підземних вод, донних відкладів і ґрунтів за показниками вмісту нафтопродуктів і рівня загальної токсичності води і фітотоксичності ґрунтів сформульовано рекомендації щодо удосконалення системи моніторингу вуглеводневого забруднення річкового басейну. З цієї метою пропонується: пункти спостережень та контролю розміщувати з урахуванням специфіки функціонування і локалізації джерел вуглеводневого забруднення (площадкових, точкових, лінійних); одночасно використовувати хімічні (вміст нафтопродуктів) і біологічні методи (визначення токсичності води і фітотоксичності ґрунтів) для комплексної оцінки екологічного стану території.

Ключові слова: річковий басейн, вуглеводневе забруднення, система моніторингу, пункти спостережень, поверхневі води, підземні води, донні відклади, ґрунти, нафтопродукти, біотестування.

На основе выполнения натурных обследований участка бассейна р. Северский Донец в пределах территории Харьковской области в районах сосредоточения большого количества разнообразных источников углеводородного загрязнения компонентов окружающей природной среды и лабораторных исследований проб поверхностных, подземных вод, донных отложений и почв по показателям содержания нефтепродуктов и уровня общей токсичности воды и фитотоксичности почв сформулированы рекомендации по совершенствованию системы мониторинга углеводородного загрязнения речного бассейна. С этой целью предлагается: пункты наблюдений и контроля размещать с учетом специфики функционирования и локализации источников углеводородного загрязнения (площадных, точечных, линейных); одновременно использовать химические (содержимое нефтепродуктов) и био-

© Крайнюков О. М., 2013

логические методы (определение токсичности воды и фитотоксичности почв) для комплексной оценки экологического состояния территории.

Ключевые слова: речной бассейн, углеводородное загрязнение, система мониторинга, пункты наблюдений, поверхностные воды, подземные воды, донные отложения, почвы, нефтепродукты, биотестирование.

The base on surveys of natural field of Siv. Donets River basin within the territory of the Kharkiv region in the areas of concentration of a wide source variety of hydrocarbon pollution of environmental components and laboratory samples of surface, groundwater, sediments and soils by indicators of oil products and level of general water toxicity and plant toxic of soils formulated recommendations for improving monitoring system of hydrocarbon pollution of river basin. According to this aim it proposes: observation and control points' host-specific function and location of sources of hydrocarbon contamination (platform, point, line); while the use of chemical (oil content) and biological methods (determination of water toxicity and plant toxic influence of soil) for comprehensive assessment of ecological status territory.

Keywords: river basin, hydrocarbon pollution, monitoring system, observation points, surface water, ground waters, sediments, soils, oil products, biotesting.

Постановка проблеми. На початку ХХІ століття питання інтенсифікації видобування вуглеводневої сировини набуло гостроти й актуальності, що супроводжується виникненням додаткових негативних екологічних наслідків, у зв'язку з тим, що нафтогазовидобувна та переробна галузі є багатофункціональними зі складними взаємозв'язками технологічних процесів, на всіх стадіях яких може проявлятися небезпечний вплив на геоекологічний стан навколишнього природного середовища.

Надзвичайно небезпечним джерелом забруднення території є нафтогазопереробні підприємства, в районах розташування яких створюються так звані «техногенні поклади» вільних нафтопродуктів. На цей час на території України загальна площа таких плям сягає 30 тис. га [1].

Постійне вуглеводневе забруднення геосистем навколишнього природного середовища призвело до формування в наземних та водних екосистемах специфічних об'єктів, так званих «Chemical Time Bombs» – довго живучих вторинних джерел забруднення. За екологічною небезпекою нафтогазовидобувна і переробна галузі займають 3 місце серед 130 галузей сучасного виробництва [2].

В Україні важливою складовою частиною паливно-енергетичного комплексу також є нафтогазовидобувна та переробна галузі, при цьому 85% видобутку газу припадає на Східний регіон – Дніпровсько-Донецьку нафтогазоносну провінцію, у межах якої розташована територія Харківської області, де налічується близько 100 родовищ і понад 1100 діючих свердловин з видобування вуглеводневої сировини, 76% з яких зосереджено в басейні р. Сів. Донець.

Стан питання. Оцінка впливу вуглеводневого забруднення на геоекологічний стан території за теперішнього часу здійснюється шляхом співставлення фактичного вмісту нафтопродуктів з їх гранично допустимими концентраціями (ГДК), які встановлено для води водних об'єктів рибогосподарського (0,05 мг/л) та господарсько-питного і комунально-побутового (0,3 мг/л) водокористування. Для ґрунтів встановлено орієнтовно допустиму концентрацію (ОДК) для сирової нафти, яка складає 4 г/кг. Нормативні вимоги до якості підземних вод взагалі відсутні.

При вуглеводневому забрудненні території створюються техногенні міграційні потоки нафтопродуктів, основне навантаження від яких приймають ґрунти, поверхневі і підземні води. Результатами досліджень екологічного стану басейну р. Сів. Донець встановлено, що в 100 % проб поверхневих вод і донних відкладів вміст нафтопродуктів перевищував ГДК для води водних об'єктів рибогосподарського водокористування, при цьому просторове розповсюдження вуглеводневого забруднення в різних компонентах ландшафту мало повсюдне поширення, про що свідчить наявність нафтопродуктів у всіх відібраних пробах ґрунтів та в 79% проб підземних вод [3].

Різноманітність і мінливість вуглеводневого складу нафтопродуктів обумовлюють необхідність використання комплексу показників для оцінки їхнього впливу на стан геоекосистеми басейну. Це пов'язано з тим, що на основі результатів вимірювання вмісту нафтопродуктів у компонентах ланд-

шафту не враховується негативний вплив сумісної дії вуглеводневих сполук, що входять до складу нафтопродуктів, на біотичну складову наземних і водних екосистем.

Ефективним заходом, спрямованим на запобігання подальшому вуглеводневому забрудненню навколишнього середовища, є проведення моніторингу. Конче важливим постає питання організації моніторингу на нафтогазоносних територіях з урахуванням специфічних особливостей розповсюдження вуглеводневого забруднення в компонентах басейнової геоекосистеми. У роботі О.М. Адаменка [1] відзначаються недоліки існуючих систем моніторингу, зокрема, автор підкреслює, що діюча мережа спостережень за окремими компонентами навколишнього природного середовища, як правило, створюється за геометричною сіткою, в той час як розміщення точок повинно враховувати особливості ландшафтної структури території.

За теперішнього часу спостереження на нафтогазоносних територіях, зокрема, у Харківській області практично не проводяться, що пов'язано з повсюдним забрудненням нафтопродуктами поверхневих, підземних вод і ґрунтів, для спостережень за рівнем якого необхідні значні матеріальні і трудові ресурси. У зв'язку з цим, для здійснення спостережень на забрудненій нафтопродуктами території доцільно застосовувати економічні технології і ефективні методи спостережень, які мають враховувати специфіку джерел вуглеводневого забруднення та особливості природної конфігурації ландшафту [4].

Мета роботи. Удосконалення системи моніторингу вуглеводневого забруднення басейну р. Сів. Донець у межах території Харківської області шляхом урахування функціональних особливостей джерел забруднення, природної конфігурації ландшафту, багатокomпонентності складу вуглеводнів і оцінки їх небезпеки для біотичної складової наземних і водних екосистем.

Результати досліджень. Водні об'єкти басейну р. Сів. Донець мають важливе соціально-економічне значення для ряду індустріальних областей України, які використовуються в цілях водозабезпечення Харківської області і Центрального Донбасу. У той же час, сучасний стан басейну р. Сів. Донець характеризується як надзвичайно екологічно напружений [5].

Дослідження екологічного стану басейну р. Сів. Донець показало [6], що на ділянці басейну в межах Харківської області знаходяться всі види джерел вуглеводневого забруднення: площадкові – діючі свердловини нафтогазоконденсатних і газових родовищ, «техногенний поклад» нафтопродуктів; точкові – Шебелинське відділення з переробки газового конденсату та нафти (ВППГКН), численні установи з комплексної переробки вуглеводневої сировини, відстійники стічних вод, нафтобази, підземні сховища природного газу та ін.; лінійні – магістральні нафто-, газо- і продуктопроводи.

З огляду на різноманіття шляхів і джерел надходження вуглеводневих забруднень території басейну р. Сів. Донець, пункти спостережень за станом ґрунтів, поверхневих і підземних вод рекомендується розміщати в такий спосіб:

- на територіях, які підлягають забрудненню нафтопродуктами від площадкових джерел – у межах акумулюючих і трансакумулюючих ландшафтів з урахуванням структури рельєфу й характеру міграційних потоків нафтопродуктів;
- на територіях, які підлягають забрудненню нафтопродуктами від точкових джерел – з урахуванням прив'язки пунктів спостережень до місць розташування й функціональних особливостей джерел забруднення;
- на територіях, забруднених внаслідок аварійних витоків і розливів нафтопродуктів із магістральних нафто-, газо- і продуктопроводів, мережу пунктів спостережень рекомендується створювати в оперативному режимі, яка діє до стабілізації геоекологічного стану забрудненої території.

З метою дослідження зв'язку між хімічним складом вуглеводневої сировини, що переробляється Шебелинським ВППГКН, і вуглеводневим забрудненням компонентів навколишнього середовища, було ідентифіковано хімічний склад сировини і донних відкладів, проби яких відбирали із водних об'єктів в районі розташування зазначеного підприємства. Порівняльна характеристика групового хімічного складу вуглеводнів сировини і донних відкладів наведено на рисунку 1.

Наведені на рисунку дані свідчать про схожість компонентної структури вуглеводневого забруднення сировини і донних відкладів. У складі вуглеводневої сировини було ідентифіковано 42 легколетючих та 41 важких вуглеводнів. Серед легколетючих за найбільшим вмістом можна виділити: метилциклогексан, метилпентан, циклогексан, гептан, толуол, диметилциклогексан, гексан. Серед 41 важ-

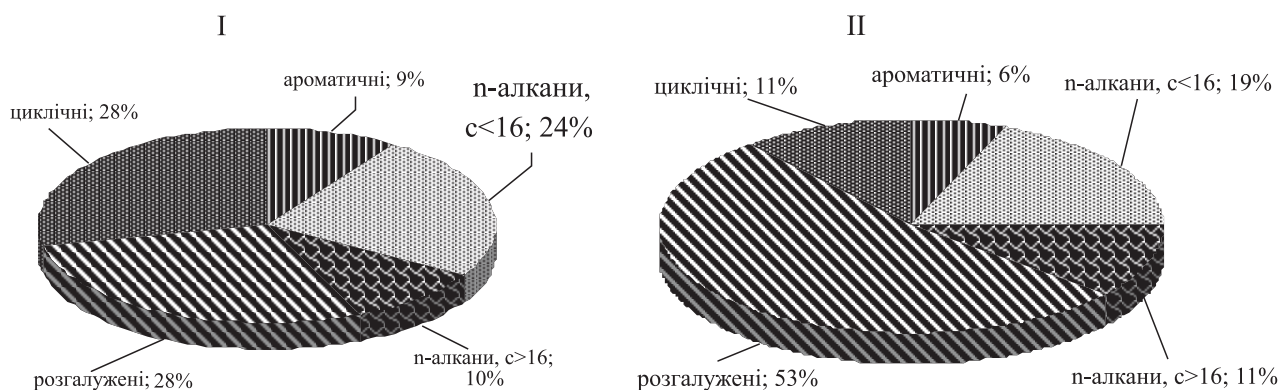


Рис. 1. Груповий хімічний склад вуглеводнів сировини Шебелинського ВПГКН (I) та донних відкладів (II)

ких вуглеводнів найбільший вміст було зафіксовано для алканів, етилацетату, ксилолу, октану, метилдекану; у пробі донних відкладів було ідентифіковано 24 вуглеводні.

Серед 42 легколетючих вуглеводнів тільки для 10 встановлено ГДК для води водних об'єктів рибогосподарського водокористування і 5 – для води водних об'єктів господарсько-питного та комунально-побутового водокористування, а із 41 важких вуглеводнів – 6 ГДК для води водних об'єктів рибогосподарського водокористування і лише 3 – для води водних об'єктів господарсько-питного та комунально-побутового водокористування; із 24 вуглеводнів, які входять до складу нафтопродуктів донних відкладів, ГДК для обох видів водокористування встановлено тільки для 3 вуглеводнів, зокрема, циклогексану, етилбензолу і ксилолу.

Оскільки за теперішнього часу природоохоронні заходи з регулювання й обмеження надходження в природне середовище екологічно небезпечних речовин засновано на співставленні фактичних значень їх вмісту з встановленими величинами ГДК цих речовин для відповідного компоненту природного середовища, недостатня кількість у складі вуглеводнів унормованих показників свідчить про низьку ефективність та необ'єктивність оцінки впливу вуглеводневого забруднення на екологічний стан території.

Більш ефективним та інформативним засобом оцінки екологічної небезпеки вуглеводневого забруднення наземних і водних екосистем є використання методу біотестування для визначення рівнів загальної токсичності поверхневих і підземних вод, токсичності і фітотоксичності ґрунтів. На основі результатів біотестування 59 проб поверхневих вод, 61 проби донних відкладів, 57 проб підземних вод та 67 проб ґрунтів, які було відібрано в 2005–2006 рр. на ділянці р. Сів. Донець в районах найбільшого зосередження вуглеводневого забруднення, в якості першочергових методик, які рекомендовано для режимного контролю ступеню екологічної небезпеки вуглеводневого забруднення території рекомендовано [7]:

- для визначення токсичності поверхневих та підземних вод – методику біотестування на ракоподібних – церіодафніях за показниками виживаності 50% і більше тест-організмів за 48 год. (гостра летальна токсичність); вірогідного відхилення виживаності та плодючості церіодафній за 7–8 діб біотестування (хронічна токсичність);
- для визначення токсичності донних відкладів – методику біотестування на комах хірономідах за показником виживаності 50% і більше хірономід за 96 год. (гостра токсичність) та 10 діб біотестування (хронічна токсичність);
- для визначення фітотоксичності ґрунтів – методику біотестування з використанням насіння вищих рослин кукурудзи, салату та ячменю за показниками кількості пророслих рослин та довжини коренів у водних витяжках.

Висновки. Інтенсифікація видобування і перероблення вуглеводневої сировини супроводжується негативними наслідками впливу на екологічний стан навколишнього природного середовища.

Діюча на територіях нафтогазопромислів система моніторингу не ефективна у зв'язку з повсюдним поширенням вуглеводневого забруднення всіх компонентів навколишнього природного середовища, організація систематичних спостережень, за станом яких потребує значних матеріальних і трудових ресурсів.

З метою удосконалення системи моніторингу, зокрема, на ділянці басейну р. Сів. Донець в межах Харківської області в районі зосередження значної кількості площадкових, точкових і лінійних джерел вуглеводневого забруднення, пункти спостережень і контролю за станом поверхневих, підземних вод і ґрунтів рекомендується розміщувати з урахуванням функціональних особливостей об'єктів з видобування і перероблення вуглеводневої сировини і природної конфігурації ландшафту.

Для отримання інформації щодо екологічної небезпеки вуглеводневого забруднення для біотичної складової наземних і водних екосистем, враховуючи відсутність нормативів ГДК для більшості речовин, що входять до складу вуглеводнів, при здійсненні спостережень доцільно одночасне застосування хімічних і біологічних (зокрема, токсикологічних) показників якості поверхневих, підземних вод і ґрунтів.

Література

1. Адаменко О. М. Наш майбутній дім – Екоєвропа. Роман життя, науки і кохання / О.М.Адаменко. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2007. – Т. 4 – 428 с., 184 мал.
2. Біотестування в природоохоронній практиці. Збірник методик під ред. д.б.н. А.М. Крайнюкової. – К.: Мінекобезпеки, 1997. – 233 с.
3. Геохимия ландшафтов в районах добычи и транспортирования углеводородного сырья // Природно-антропогенные процессы и экологический риск. – М.: Городец, 2004. – С. 416–426.
4. Крайнюков О.М. Особливості розповсюдження вуглеводневого забруднення та оцінка його впливу на геоекотичний стан басейну р. Сіверський Донець у межах Харківської області: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук: спец. 11.00.11 «Конструктивна географія і раціональне використання природних ресурсів» / О.М. Крайнюков. – Харків, 2007. – 20 с.
5. Крайнюков О.М. Оцінка впливу забруднення вуглеводнями на екологічний стан басейну Сіверського Дінця / О.М. Крайнюков // Сучасний екологічний стан української частини річки Сіверський Донець (експедиційні дослідження). – Харків : ВПП «Контраст», 2011. – С. 139–145.
6. Митропольский О. Ю. Нафтохімічне забруднення та проблеми екології Карпатського регіону / О.Ю. Митропольський, І. М. Байсарович // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – К.: Знання, 2002. – С. 62–65.
7. Про схвалення Концепції екологічного оздоровлення басейну р. Сіверський Донець. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 23.04.2003 р. №224-р.

ТЕХНОЕКОЛОГІЯ

УДК 621.928.9

*Батлук В.А., Батлук В.В., Шибанова А.М.
НТУ «Львівська політехніка»*

ОЧИСТКА ПОВІТРЯ ВІД ПИЛУ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ СКЛАДАЛЬНО-МОНТАЖНИХ РОБІТ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ АПАРАТУРИ

Визначені небезпечні фактори і шкідливі виробничі явища при проведенні технологічних процесів складально-монтажних робіт при виробництві радіоелектронної апаратури, з яких вибраний фактор виділення шкідливих речовин при проведенні технологічних процесів. Запропонований принципово новий метод очистки повітря від шкідливих речовин, який забезпечує доведення викидів до норм ГДК.

Ключові слова: пиловловлювач, жалюзійний відокремлювач, пил, дисперсний склад, циклон, математична модель.

© Батлук В.А., Батлук В.В., Шибанова А.М., 2013

З метою удосконалення системи моніторингу, зокрема, на ділянці басейну р. Сів. Донець в межах Харківської області в районі зосередження значної кількості площадкових, точкових і лінійних джерел вуглеводневого забруднення, пункти спостережень і контролю за станом поверхневих, підземних вод і ґрунтів рекомендується розміщувати з урахуванням функціональних особливостей об'єктів з видобування і перероблення вуглеводневої сировини і природної конфігурації ландшафту.

Для отримання інформації щодо екологічної небезпеки вуглеводневого забруднення для біотичної складової наземних і водних екосистем, враховуючи відсутність нормативів ГДК для більшості речовин, що входять до складу вуглеводнів, при здійсненні спостережень доцільно одночасне застосування хімічних і біологічних (зокрема, токсикологічних) показників якості поверхневих, підземних вод і ґрунтів.

Література

1. Адаменко О. М. Наш майбутній дім – Екоєвропа. Роман життя, науки і кохання / О.М.Адаменко. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2007. – Т. 4 – 428 с., 184 мал.
2. Біотестування в природоохоронній практиці. Збірник методик під ред. д.б.н. А.М. Крайнюкової. – К.: Мінекобезпеки, 1997. – 233 с.
3. Геохимия ландшафтов в районах добычи и транспортирования углеводородного сырья // Природно-антропогенные процессы и экологический риск. – М.: Городец, 2004. – С. 416–426.
4. Крайнюков О.М. Особливості розповсюдження вуглеводневого забруднення та оцінка його впливу на геоекотичний стан басейну р. Сіверський Донець у межах Харківської області: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук: спец. 11.00.11 «Конструктивна географія і раціональне використання природних ресурсів» / О.М. Крайнюков. – Харків, 2007. – 20 с.
5. Крайнюков О.М. Оцінка впливу забруднення вуглеводнями на екологічний стан басейну Сіверського Дінця / О.М. Крайнюков // Сучасний екологічний стан української частини річки Сіверський Донець (експедиційні дослідження). – Харків : ВПП «Контраст», 2011. – С. 139–145.
6. Митропольский О. Ю. Нафтохімічне забруднення та проблеми екології Карпатського регіону / О.Ю. Митропольський, І. М. Байсарович // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – К.: Знання, 2002. – С. 62–65.
7. Про схвалення Концепції екологічного оздоровлення басейну р. Сіверський Донець. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 23.04.2003 р. №224-р.

ТЕХНОЕКОЛОГІЯ

УДК 621.928.9

*Батлук В.А., Батлук В.В., Шибанова А.М.
НТУ «Львівська політехніка»*

ОЧИСТКА ПОВІТРЯ ВІД ПИЛУ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ СКЛАДАЛЬНО-МОНТАЖНИХ РОБІТ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ АПАРАТУРИ

Визначені небезпечні фактори і шкідливі виробничі явища при проведенні технологічних процесів складально-монтажних робіт при виробництві радіоелектронної апаратури, з яких вибраний фактор виділення шкідливих речовин при проведенні технологічних процесів. Запропонований принципово новий метод очистки повітря від шкідливих речовин, який забезпечує доведення викидів до норм ГДК.

Ключові слова: пиловловлювач, жалюзійний відокремлювач, пил, дисперсний склад, циклон, математична модель.

© Батлук В.А., Батлук В.В., Шибанова А.М., 2013

Определены опасные и вредные производственные факторы при проведении технологических процессов сборочно-монтажных работ при производстве радиоэлектронной аппаратуры, из которых выбран фактор выделения вредных веществ при проведении технологических процессов. Предложен принципиально новый метод очистки воздуха от вредных веществ, который обеспечивает доведение выбросов до норм ПДК.

Ключевые слова: пылеуловитель, жалюзийный отделитель, пыль, дисперсный состав, циклон, математическая модель.

The dangerous factors and unhealthy industrial effects on application of technological process of electronic production are defined. The proposed new method of air clearing to hazardous substance provides reduction of discharge to standard.

Keywords: dust catcher, jalousie separator, dust, dispersible composition, cyclone, mathematical model.

У процесах обробки матеріалів на металообробних верстатах утворюється велика кількість пилу колоїднодисперсних систем (з розміром частинок менших за 5×10^{-5} м), зменшити кількість яких до певних величин, які обмежені нормами гранично-допустимих концентрацій (ГДК) і викидів (ГДВ), сучасними методами неможливо.

Операції очистки від забруднення – допоміжні і йдуть за основними виробничими операціями, але в безвідходних технологічних схемах невідривно пов'язані з ними. При цьому частіше відходи переробляються в продукцію, необхідну для задоволення потреб підприємства. У випадку, коли комплекс проведених міроприємств не знижує концентрацію шкідливих речовин до гранично допустимих концентрацій, то викиди необхідно піддавати очищенню.

Постановка завдання. При всіх існуючих методах очистки повітря від пилу прекрасні результати досягаються при вловленні великодисперсних частинок, а дрібнодисперсні частинки аерозолі при цьому неможливо вивести з пилоповітряного потоку, а їх частка в загальному об'ємі колосальна, тому в даний час створена ціла серія двоступеневих апаратів відцентрово-інерційної дії, які суміщають в одному корпусі ефект відцентрового виділення великодисперсних частинок аерозолі і ефект інерційного розділення при проходженні через жалюзі відокремлювача певної конструкції, встановленого коаксійно корпусу апарата. Вдосконаленню апаратів такого типу і присвячена представлена робота, в якій ставиться завдання підвищити ефективність і зменшити енерго- та металоємність відцентрово-інерційних пиловловлювачів і досягти в них можливості однаково ефективно вловлювати пил з різними фізичними, хімічними та морфометричними якостями [1–6].

Виклад основного матеріалу. Недоліком відцентрово-інерційних пиловловлювачів з жалюзійним відокремлювачем є неможливість регулювання кута повороту його жалюзі в залежності від типу, розміру і якостей пилу та технологічних режимів роботи установки (зокрема, розходу і швидкості руху повітря), тобто для всіх типів пилу жалюзі відокремлювача мають одне, точно зафіксоване положення, що робить його малоефективним при вловленні полідисперсного пилу (наприклад при шліфуванні, метало- деревообробці тощо).

Ми поставили перед собою завдання створити пиловловлювач для полідисперсного пилу, в якому підвищення ефективності роботи досягається шляхом автоматичного самовстановлення жалюзі, що забезпечує для даного типу, розміру, якостей пилу і режимів роботи установки, створення мінімального кута атаки (кута між напрямком руху потоку і площиною кожної жалюзі).

Існують пиловловлювачі, у яких встановлення оптимального кута повороту жалюзі відбувається природним шляхом, тобто відбувається самовстановлення жалюзі в залежності від типу пилу і технологічних режимів роботи установки. Але не завжди цей кут забезпечує мінімальний кут атаки, через те, що пил – полідисперсний і його склад не відповідає медіанному діаметру і в умовах виробництва визначення дисперсного складу пилу декілька разів на день є задачею, яку неможливо виконати. Крім того, в залежності від тиску і концентрації пилу змінюються і технологічні параметри роботи установки, тобто розхід повітря в стенді і швидкості входу пилогазової суміші в апарат, тобто існує певна досить довга в часі інертність у реєстрації цих параметрів, що в свою чергу приводить до встановлення не мінімального кута повороту жалюзі. Чим більший кут атаки, тим гострішим стає кут, під яким

пилоповітряна суміш попадає в щілини між жалюзі відокремлювача, і тим більше частинки пилу відстають від потоку, і тим ближче до зовнішньої кромки жалюзі (в сторону корпусу апарата) частинки пилу стикнуться з жалюзі, і тим більша ймовірність їх відбиття в сторону зовнішньої стінки корпусу, де рухається грубодисперсний пил, тобто все це веде до збільшення ефективності очистки. Крім того, можливість автоматичного регулювання кута атаки дає можливість за допомогою ЕОМ встановлювати певний кут повороту жалюзі в залежності від типу, якостей, розміру пилу і режимів роботи установки, тобто підбирати для них оптимальний кут атаки, регулюючи таким чином процес пилоочистки. Тобто така конструкція жалюзійного відокремлювача дозволяє інтенсифікувати процес вловлювання полідисперсного пилу, встановлюючи (за допомогою ЕОМ) оптимальні умови вловлення пилу в залежності від його характеристик, а також від технологічних параметрів установки (швидкості, втрат повітря, гідравлічного тиску тощо). Знаючи наперед характеристики пилу, який нам необхідно вловити, ми за допомогою ЕОМ і системи автоматики повертаємо патрубок для виходу чистого повітря, а з ним і регулююче кільце таким чином, щоб жалюзі відокремлювача повернулися навколо вертикальної осі так, щоб створити оптимальний кут атаки для цього типу пилу і забезпечити йому умови найсприятливішого вловлення.

Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони не повинний перевищувати встановлені гранично-допустимі концентрації (ГДК) – обов'язкові санітарні норми при проведенні технологічних процесів (регулюються ГОСТом 12.1.005-88 і СН 245-71).

При проведенні технологічних процесів складально-монтажних робіт при виробництві радіоелектронної апаратури виділяється полідисперсний пил, вміст дрібnodисперсних частинок (менших за 10×10^{-6} м) в якому досягає порядку 80%, а тому-то величина ефективності вловлення пилу в циклонах не дає змоги довести викиди до норм ГДК. З цієї метою нами запропонований відцентрово-інерційний пиловловлювач, загальний вигляд якого наведений на рис. 1, який працює наступним чином. Через тангенціальний патрубок 2 пилоповітряна суміш вводиться в корпус апарата 1, де вона гвинтоподібно обертається навколо патрубка для виходу очищеного повітря 3. Тут на потік діє відцентрована сила, яка відкидає грубодисперсні частинки пилу до стінки корпусу 1. Таким чином здійснюється первинна очистка повітря від грубодисперсного пилу і в результаті – найбільш забруднене повітря рухається вздовж стінки корпусу 1. Частинки пилу, що залишилися з повітрям, захоплюються потоком, що рухається вздовж жалюзійного відокремлювача 5 і за рахунок своєї інерції не встигають за ним, і або відкидаються жалюзі відокремлювача до потоку, який рухається вздовж корпусу 1 і транспортує їх до пиловипускного патрубка 4, а через нього – в бункер 6, або рухається вздовж жалюзійного відокремлювача вниз у напрямку патрубка 4 і бункера 6. Таким чином, при проходженні через жалюзійний відокремлювач 5 відбувається вторинна очистка потоку від дрібnodисперсного пилу.

Обертаючи патрубок для виходу чистого повітря 3 навколо своєї осі (вручну або автоматично) ми створюємо зусилля обертання, яке через регулююче кільце 13 і направляючий штир 12 повертає жалюзі 7 на кут від 0 до 60 градусів. Таким чином змінюється кут атаки (кут між напрямом руху потоку і площиною кожної з пластин жалюзі), який визначає оптимальні умови вловлення кожної складової полідисперсного пилу, або кожного конкретного виду пилу. Визначивши оптимальні кути атаки для цілого ряду пилу і внісши ці дані в ЕОМ, ми зможемо в подальшому автоматично або вручну, запропонованим вище способом, встановлювати їх в залежності від умов кожного конкретного виробництва. При потребі вловлення великодисперсного пилу або для створення режиму з великим розходом повітря, жалюзі 7 повертаються таким чином, щоб створити мінімально можливий кут атаки, що дозволяє посилити дію сил інерції на тверді частинки пилу, їхнє відбивання від жалюзі, приблизити місце їх стикання з жалюзі ближче до зовнішньої їх частини (в напрямку корпусу апарата), а в результаті - це призведе до збільшення ефективності роботи апарата.

Зі зменшенням розмірів і маси частинок пилу (дрібnodисперсний пил) в створенні режиму роботи установки з невеликими витратами повітря збільшується кут нахилу жалюзі 7 по відношенню до траєкторій обертового руху потоку навколо жалюзійного відокремлювача 5 таким чином, щоб забезпечити максимально можливе відбиття частинок пилу від жалюзі 7 і не допустити їх проникнення всередину відокремлювача 5, тобто збільшити ефективність очистки. При цьому жалюзі 7 повинні мати певні межі повороту в горизонтальній площині, тому що при дуже великому повороті її, частинки пилу мо-

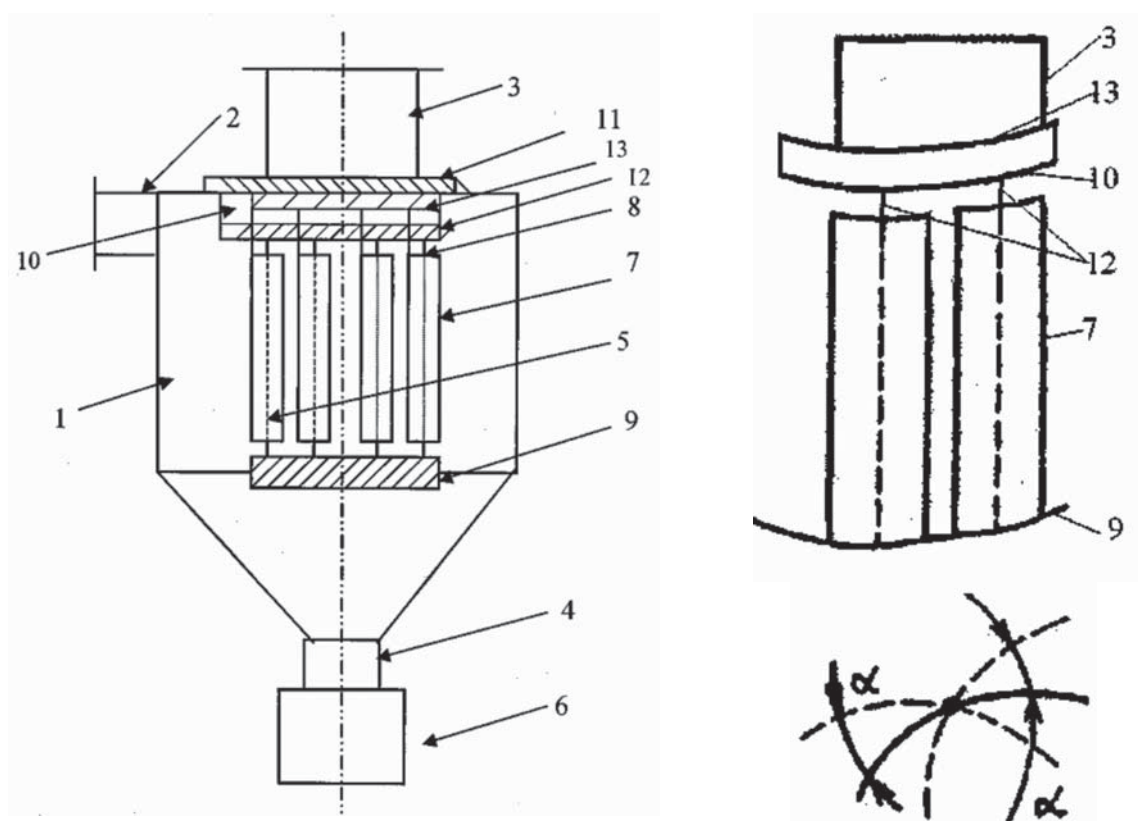


Рис. 1. Пиловловлювач для полідисперсного пилю.

1 – корпус; 2 – тангенційний вхідний патрубок; 3 – патрубок для виходу чистого повітря; 4 – патрубок для виходу пилю; 5 – жалюзійний відокремлювач; 6 – бункер; 7 – жалюзі; 8 – вісь; 9 – дно; 10 – кільце; 11 – сальник; 12 – направляючий штир; 13 – регулююче кільце.

жуть зовсім не стикнутися з жалюзі, а легко проникнути всередину відокремлювача 5, або потрапити на ту частину жалюзі 7, яка відіб'є її всередину відокремлювача 5.

У таблиці 1 наведені результати експериментальних досліджень залежності ефективності вловлення пилю від витрат повітря в стенді, швидкості входу пилоповітряної суміші в апарат і медіанного розміру пилю. Оптимальними умовами проведення процесу пиловловлення є витрати повітря в стенді від 2000 до 3000 м³/год, а швидкості проходження газового потоку через щілини між жалюзі 20–30 м/с.

Таблиця 1

Результати експериментальних досліджень залежності ефективності вловлення пилю від витрат повітря в стенді, швидкості входу пилоповітряної суміші в апарат і медіанного розміру пилю

Параметр, що визначає ефективність	Ефективність вловлення пилю, %								
Витрати повітря в стенді, м ³ /год	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
Швидкість входу в апарат, V _{вх} , м/с	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Медіанний діаметр пилю, $\delta_{50}=8 \times 10^{-6}$ м	87.6	88.3	89.1	91.0	91.3	91.2	89.8	89.2	88.3
$\delta_{50}=16 \times 10^{-6}$ м	89.1	89.7	91.2	93.0	93.6	93.4	92.8	92.2	91.3
$\delta_{50}=32 \times 10^{-6}$ м	92.3	92.5	93.1	93.8	95.1	94.8	93.9	93.5	92.8
$\delta_{50}=50 \times 10^{-6}$ м	93.2	94.1	94.9	96.0	97.8	98.1	97.3	96.9	95.2

Були проведені експериментальні дослідження по визначенню кута повороту жалюзі навколо вертикальної осі, які довели, що кожний розмір пилу має свій оптимальний кут повороту жалюзі 7. Для пилу розміром 8 мкм, це – 0 градусів, тобто положення жалюзі 7 співпадає з траєкторією руху пилопо-вітряної суміші, для пилу розміром 32 мкм, це – 15 град, для пилу розміром 50 мкм, це – 30 град, що повністю підтверджує припущення, що при збільшенні медіанного розміру пилу збільшується кут повороту жалюзі, що підтверджено також математичною моделлю процесу пиловловлення в запропонованому пиловловлювачі.

Переваги запропонованої конструкції очевидні, що пояснюється можливістю встановлення оптимального кута повороту жалюзі 7 відокремлювача 5 для кожного типу пилу, який забезпечує оптимальний кут атаки для нього, а це веде до збільшення ефективності пиловловлення.

Порівняльні дослідження запропонованого пиловловлювача і кращого з «сухих» апаратів аналогічного призначення – циклона ЦН-11 довели при всіх інших аналогічних умовах проведення випробувань вдалося досягти підвищення ефективності вловлення пилу в апаратах нашого типу на 10–12% вище.

Висновки. Таким чином, запропонований пиловловлювач дозволяє отримати ефективність, яка перевищує ефективність найкращого з існуючих сухих апаратів для очистки повітря від пилу циклона ЦН-11 на 2–4 %, що досягається завдяки встановленню в корпусі апарата другого ступеня очистки – жалюзійного відокремлювача, жалюзі якого самовстановлюються в залежності від витрат повітря і розміру пилу. Це особливо необхідно у виробництвах, де дуже часто ці параметри змінюються і немає можливості миттєво реагувати на такі зміни.

З наведених досліджень виходить, що запропоновані апарати знайдуть широке застосування в будь-якій галузі господарства, коли необхідно вловлювати дрібнодисперсний пил, який утворюється при обробці різних за фізико-хімічним і морфометричним складом матеріалів.

Література

1. Батлук В.А. Вдосконалення установок для очищення повітря від пилу при виготовленні радіоелектронної апаратури / В.А. Батлук // Вісник Державного університету «Львівська політехніка». Радіоелектроніка та телекомунікації. – Львів, 1999. – №367. – С.43–50.
2. Батлук В.А. The Problem of Highly Effectiv Cleaning of air from dust / В.А. Батлук, В.В. Батлук, В.Г. Макаччук // Motrol motoryzacja I energetyka rolnictwa motorization and power in Agriculture. – Lublin, 2009. – № 11. – PP. 26–31.
3. Батлук В.А. Застосування пиловловлення для вирішення проблеми техногенно-екологічного енергозбереження / В.А. Батлук, Р. Ю. Сукач, М.В. Басов, І.М. Козира // Motrol motoryzacja I energetyka rolnictwa motorization and power in Agriculture. – Lublin, 2009. – № 11. – PP. 115–119.
4. Батлук В.А. A matematical model of vacuum cleaners, taiking into account the motion of particles near the wall part of the lust cjllektor / В.А. Батлук, В.В. Батлук, В.Г. Макаччук // Motrol motoryzacja I energetyka rolnictwa motorization and power in Agriculture. – Lublin, 2010. – № 12. – PP. 97–105.
5. Батлук В.А. Рівняння опору для випадку одномірного руху пилу у відцентрово-інерційних пиловловлювачах / В.А. Батлук, В.В. Батлук, Е.В. Романцов // Всеукраїнський науково-технічний журнал «Промислова гідравліка і пневматика». – Вінниця, 2010. – № (28). – С. 36–43.
6. Батлук В.А. Вибір параметрів пиловловлювача для сільськогосподарських машин / В.А. Батлук, Р.Ю. Сукач, М.В. Басов // Motrol motoryzacja I energetyka rolnictwa motorization and power in Agriculture. – Lublin, 2010. – № 12. – PP. 105–114.

ЗМЕНШЕННЯ ТЕХНОГЕННОЇ НЕБЕЗПЕКИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ПАРОГАЗОВОЇ УСТАНОВКИ ПРИ ГАЗИФІКАЦІЇ ВУГІЛЛЯ В КИПЛЯЧОМУ ШАРІ

Описана маневрена ефективна енергетична парогазова установка, в якій для роботи газової частини використовуються продукти газифікації вугілля в киплячому шарі.

Ключові слова: парогазова енергетична установка, газифікація вугілля, киплячий шар.

Описана маневренная парогазовая энергетическая установка, в которой для работы газовой части используются продукты газификации угля в кипящем слое.

Ключевые слова: парогазовая энергетическая установка, газификация угля, кипящий слой.

A manoeuvre effective pairgas power plant in that for work foods of gasification of coal are used in a boiling layer is described.

Keywords: pairgas power plant, gasification coal, boiling layer.

Вступ. Комбіновані парогазові установи мають досить широку перспективу, особливо на сучасному етапі розвитку країни, перш за все в силу їх високої мобільності по швидкості зміни потужності. Цей факт безсумнівно робить такі установки придатними для покриття пікових навантажень, для чого абсолютно не підходять інші види енергетичних установок чи електростанцій (ТЕС, ГЕС, АЕС). Такі енергетичні установки характеризуються значно нижчим об'ємом валових викидів, що впливає на екологічну безпеку територій та знижує техногенну небезпеку енергетичних об'єктів.

Постановка проблеми. Широке використання парогазових установок обмежується дороговизною палива для газової частини, а комбіновані парогазові установки викидують в атмосферне повітря величезну кількість шкідливих речовин, зокрема, оксидів азоту.

Методам зменшення оксидів азоту в димових газах присвячені роботи багатьох вітчизняних і зарубіжних вчених. Аналізуючи їх результати, можна стверджувати, що утворення оксидів азоту залежить від таких чинників: конструкція пальників, надлишок атмосферного повітря, висока температура факела та час перебування палива і окислювача в зоні горіння. З погіршенням якості вугілля, зменшенням споживання природного газу через його дорожнечу та збільшенням виробництва електроенергії у віддаленій перспективі викиди оксидів азоту будуть тільки збільшуватися.

Виділення невирішеної задачі. Необхідність переведення великої енергетики на комбіновані парогазотурбінні установки для підвищення мобільності в плані покриття пікових навантажень, та суворі вимоги з екологічності енергетичних установок, з одного боку, а з другого боку – дороговизна газотурбінного палива (газоподібного чи рідкого) та погіршення якості енергетичного вугілля ставить перед сучасними науковцями двоєдину і взаємовиключаючу задачу, що формулюється наступним чином:

- існує потреба переведення газової частини комбінованої парогазотурбінної установки на тверде паливо;

- при спалюванні все більше вугілля низької якості зменшити рівень екологічної небезпеки, погіршення техніко-економічних показників блока.

Вирішення такої проблеми можна реалізувати, використовуючи найсучасніші досягнення науки та технологічні новинки відомих світових розробників. На наш погляд, проблема вирішується шляхом заміни газоподібного чи рідкого, і в той же час дорогого газотурбінного палива продуктом, що нагрівається продуктами згоряння (димовими газами). А це можна зробити, використовуючи двохстадійне (або трьохстадійне) спалювання низькоякісного твердого палива. При цьому, в рубашці охолодження передтопка нагрівається як робоче тіло для газової турбіни.

Зменшення питомих валових викидів при збільшенні кількості спалюваного низькоякісного вугілля, вирішується шляхом подачі на згоряння не надлишку атмосферного повітря, а повітряну суміш, збагачену киснем з використанням передових сучасних мембранних технологій для розділення газів та газових сумішей..

У роботі [3] запропонована парогазова силова установка, у якій для роботи повітряної турбіни робоче тіло отримують шляхом змішування повітря після компресора з газами згоряння, які утворюються в топці котельного агрегату. Така установка повинна працювати на високоякісному твердому паливі. У цьому випадку в атмосферне повітря викидається мінімальна кількість шкідливих речовин, а повітряна (газова) турбіна може працювати довгий час, бо в робочому тілі немає шкідливих включень, які зношують лопатки турбіни.

При використанні низькоякісного твердого палива через пошкодження газами згоряння лопаток така енергетична установка характеризується низькою надійністю, а також великим об'ємом шкідливих речовин.

Запропоновані технічні рішення. Цих недоліків позбавлена парогазова енергетична установка, яка запропонована в роботі [1]. Така установка складається із паротурбінного блоку, який включає котельний агрегат з основною і додатковою топками, парову турбіну з генератором, і з газотурбінної установки, що включає в себе повітряну турбіну, компресор та генератор.

Принципова схема такої установки, яка призначена для спалювання низькоякісного твердого палива, показана на рис. 1.

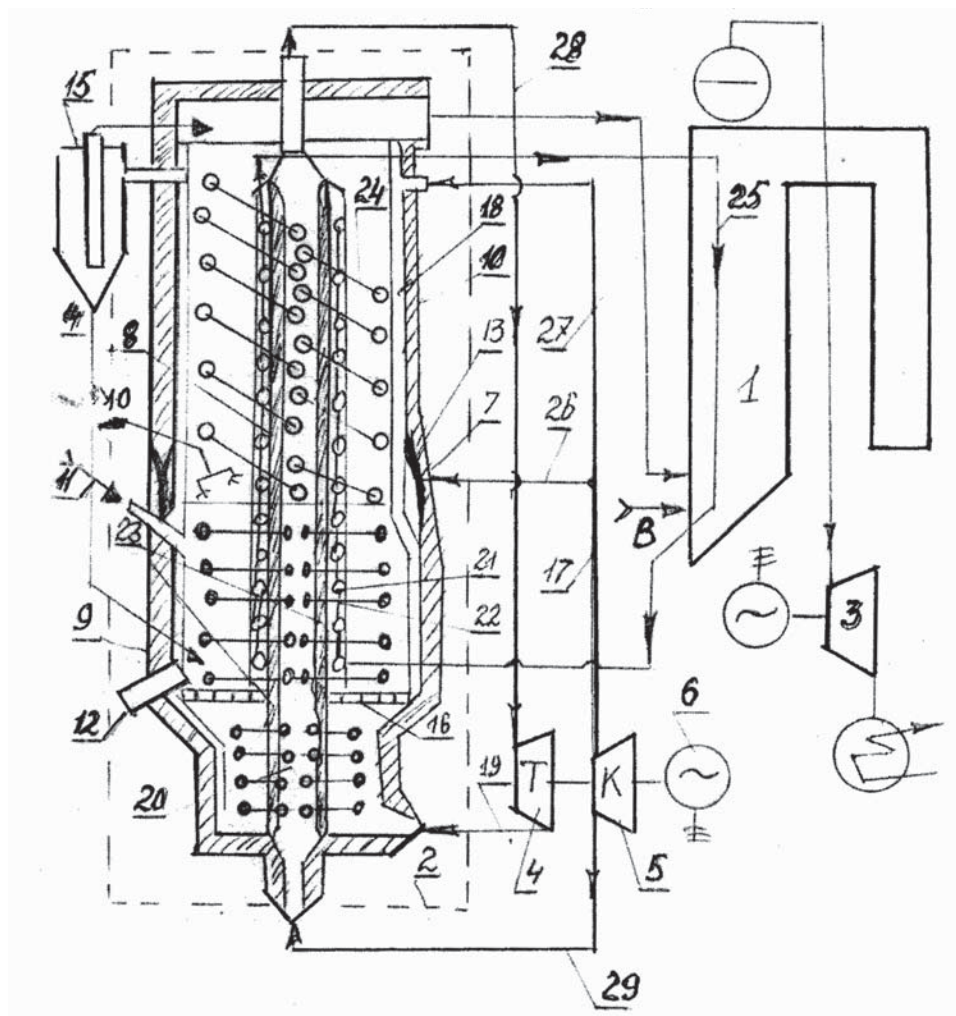


Рис. 1. Парогазова енергетична установка з додатковою топкою киплячого шару

З метою зменшення шкідливих викидів в атмосферу та використання для роботи газотурбінної установки низькоякісних твердих палив, зокрема вугілля, додаткова топка 2 виконана у вигляді послідовно з'єднаних за допомогою конусоподібного переходу 7 циліндрів 9 більшого і меншого 10 діаметрів, по осі яких вздовж всієї топки розташований циліндричний високотемпературний повітрянагрівач 8, що включений в контур повітряної турбіни. Нижня циліндрична частина топки представляє собою газифікатор киплячого шару з системою подачі палива 11 та виводу шлаків 12, а в середній частині розміщені тангенціальні завихрювачі 13 з форсунками 14 вприскування води чи пари, а верхня частина додаткової топки оснащена виносними циклонами 15, при чому вихід компресора 5, з'єднаний з завихрювачами 13, повітряною рубашкою 18 охолодження внутрішньої поверхні циліндрів, і з високотемпературним повітрянагрівачем 8, а вихлоп повітряної турбіни 4, з'єднаний з зоною регенератора. Високотемпературний повітрянагрівач пронизаний по всій висоті тепловими трубками, які розміщені з різним кроком і напрямком. У нижній частині регенератора, теплові трубки встановлені в радіально-шаховому порядку, в середній частині, що знаходиться в газифікаторі киплячого шару, теплові трубки розташовані також радіально-шахово, але з більшим кроком по висоті, а у верхній частині повітрянагрівача теплові трубки утворюють каркас циліндричної спіралі, між якими вставлені перегородки з температуростійких матеріалів, а на зовнішній поверхні високотемпературного повітрянагрівача навита труба, яка включена в контур циркуляції котла, а між трубою і циліндричною стінкою повітрянагрівача розташований шар теплоізоляції.

Описані вище особливості конструкції дозволяють в запропонованій парогазовій енергетичній установці використовувати для роботи газотурбінної установки низькоякісне тверде паливо, а також зменшити шкідливі викиди в атмосферу, оскільки використовується газифікація в киплячому шарі, а наявність виносних циклонів різко зменшує запиленість отриманих продуктів згоряння, які поступають потім в основну топку 1 котельного агрегату. На газотурбінну установку поступає нагріте до високих температур робоче тіло (стиснуте в компресорі повітря). Вихлоп газової турбіни поступає в нижню частину додаткової топки (регенератор), проходить зону газифікації, де і формується киплячий шар. Нагріте повітря в середній частині повітрянагрівача підвищує свою температуру, досягаючи верхньої межі в його верхній частині (в зоні догоряння газифікованого палива).

Економічна вигода даної пропозиції складається з таких складових, як економія від заміни дорогого палива ГТУ паливом низької якості, і економії від зменшення шкідливих викидів в навколишнє середовище в розрахунку на одиницю потужності, а також із складової, що обумовлена підвищенням надійності газової турбіни, яка працює на чистому повітрі.

Дещо по іншому розв'язані питання екологічної безпеки в топці киплячого шару для парогазових установок, яка запропонована в роботі [2]. Принципова схема топки киплячого шару, яка включена в парогазову установку, приведена на рис. 2.

На схемі зображено: 1 – основна топка парогазової установки, 2 – топка киплячого шару, 3 – паротурбінна установка, яка складається з парової турбіни, електрогенератора і конденсатора, 4 – газотурбінна установка, яка складається з компресора, газової турбіни і електрогенератора, 5 – киплячий шар вугілля в нижній частині камери згоряння топки киплячого шару, 6 – газорозподільюча решітка, 7 – відбиваючий свод, 8, 9 – патрубки подачі палива та виводу шлаку, 10 – циклон очистки димових газів, 11 – високовольний електрофільтр, що розміщений в середині циклона, 12 – тангенціальний завихрювач топки, що розміщений в середній частині стінок камери згоряння, 13 – повітряна рубашка охолодження топки киплячого шару, 14 – форсунки вприскування води проходить зону газифікації, де і формується киплячий шар, 15 – тангенціальні завихрювачі циклона, 16 – труба виходу очищених димових газів (робочого тіла ГТУ), 17 – високовольний вхід електрофільтра, 18 – повітропровід подачі повітря від компресора ГТУ в повітряну рубашку 13 топки киплячого шару, 19 – газопровід подачі робочого тіла до газової турбіни ГТУ, 20 – повітропровід подачі повітря до тангенціальних завихрювачів 12 топки киплячого шару, 21 – лінія вихлопу газової турбіни ГТУ в основну топку котельного агрегату.

Топка киплячого шару для спалювання низькоякісного палива включається в склад енергетичної установки, яка працює наступним чином.

В основну топку 1 котельного агрегату подають подрібнене тверде паливо, де воно спалюється. Туди ж скидається і вихлоп газової турбіни 4. Пара, що утворилася в котлі, подається на парову

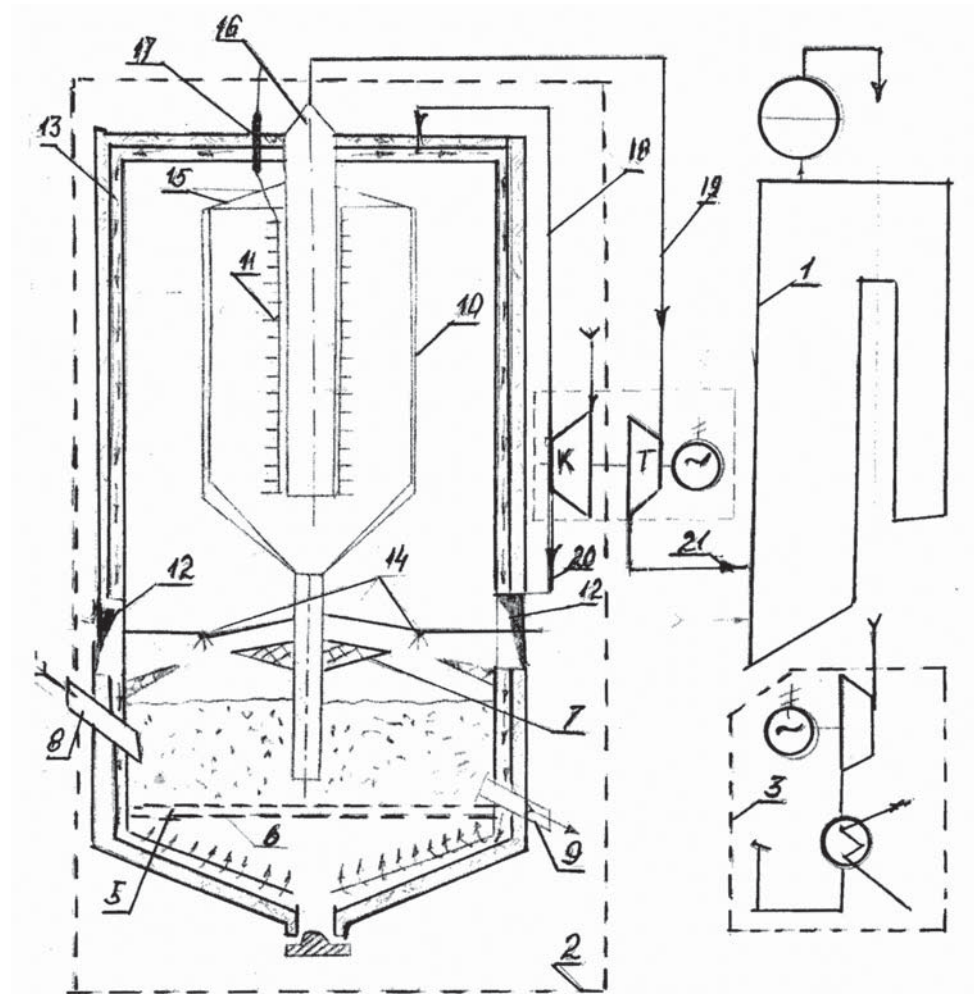


Рис. 2. Топка киплячого шару з вбудованим циклоном та високовольтним електрофільтром

турбіну, де генератором виробляється певна кількість електроенергії по звичайній схемі, а конденсат пари подають назад у котел. Повітря компресором, що входить в склад ГТУ, подають в топку киплячого шару по повітропроводу 20 і повітропроводу 18. По повітропроводу 20 подають первинне повітря (стиснуте) від компресора для допалювання продуктів газифікації твердого палива, що утворилися в киплячому шарі 5 топки камери згоряння. А по повітропроводу 18 частину повітря від компресора подають в повітряну рубашку 13 охолодження топки камери згоряння, і далі це повітря через газорозподільную решітку 6 поступає в нижню частину киплячого шару. Туди ж по патрубку 8 поступає тверде подрібнене паливо.

У 20 подають первинне повітря (стиснуте) від компресора для допалювання продуктів газифікації твердого палива, що утворилися в киплячому шарі 5 топки камери згоряння. А по повітропроводу 18 частину повітря від компресора подають в повітряну рубашку 13 охолодження топки камери згоряння, і далі це повітря через газорозподільную решітку 6 поступає в нижню частину киплячого шару. Туди ж по патрубку 8 поступає тверде подрібнене паливо. У результаті газифікації твердого палива в киплячому шарі 5 камери згоряння утворюються газоподібні продукти, які здатні горіти з виділенням тепла, що збираються в просторі над киплячим шаром 5, і через щілини у відбиваючому своді 7 проходять далі в простір, обмежений завихрювачем 12, де змішується з первинним повітрям від компресора та догорають, при цьому підвищується температура газових продуктів (робочого тіла ГТУ). Зола в киплячому шарі 5 по патрубку 9 виводу шлаку виводиться з топки. У процесі згоряння відбиваючий свод 7 відбиває тепло і тверді частинки не тільки в киплячий шар, а також і на паливо, що поступає в

киплячий шар, та підвищує його температуру і прискорює процес газифікації твердого палива в ньому. Температуру утворених продуктів в просторі над киплячим шаром, а також в зоні тангенціальних завихрювачів 12 регулюють впорскуванням води чи пари форсунками 14 в щілини відбиваючого сво-ду 7. Таким вприском подавляють процеси утворення оксидів азоту і знижують об'єм шкідливих ви-кидів в атмосферу. Утворені гази над киплячим шаром і в просторі, що обмежений завихрювачем 12, закручуються, перемішуються і піднімаються по кільцевій щілині вгору між стінками топки киплячо-го шару і вбудованим циклоном 10. При цьому значна частина золи відкидається до внутрішньої стін-ки, і вздовж неї опускається вниз до киплячого шару. Далше грубоочищені гази поступають в зави-хрювачі 15 циклона 10, і закручуючись, опускаються вздовж осаджувального ігольчатого електроду вбудованого високовольтного електрофільтра 11. У цьому випадку на частинки золи одночасно діють дві сили : відцентрові - що відкидають до стінки (від закручування потоку), і сили електростатичного притягування в електрофільтрі 11. Частинки золи опускаються по нижній трубі циклона 10 в кипля-чий шар 5 і по патрубку 9 виводяться з топки.

Очищені гази по трубі виходу 16 піднімаються вгору і виходять із топки киплячого шару по газо-проводу 19 та направляються в газову турбіну 4, після робочого циклу, в якій вони скидаються в осно-ву топку котельного агрегату.

Висновок. У запропонованих технічних рішеннях для роботи енергетичної установки використо-вується низькоякісне тверде паливо. При цьому, зменшуються шкідливі викиди в атмосферу, тому що в нижній частині топки відбувається газифікація низькоякісного твердого палива в киплячому шарі, а нагріте повітря за допомогою теплових труб дозволяє використовувати для роботи газової турбі-ни продукти газифікації твердого палива. Зменшення шкідливих викидів забезпечується поєднанням низькотемпературного киплячого шару, що подавляє утворення оксидів азоту, а також повної очистки димових газів від золи.

Література

1. Грінченко Д.М., Пеньков В.І., Кулик М.П. Топка киплячого шару. Патент України № 15622.
2. Парогазова теплосилова установка. Патент ФРГ № 839290, 1944 г.
3. Грінченко Д.М., Кулик М.П. Топка киплячого шару. Патент України № 18418.

УДК 614.715 : 628.395 : 543.544.45

*Дмитриков В.П., Конох М.С., Найверт Л.І.
Полтавська державна аграрна академія,
ТОВ «Укразротех»*

ОСОБЛИВОСТІ ХРОМАТОГРАФІЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПОЛІЦИКЛІЧНИХ ВУГЛЕВОДНІВ У ПОВІТРЯНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Розглянуто метрологічні особливості хроматографічної ідентифікації забруднень повітря з вико-ристанням речовин-еталонів. На прикладі поліциклічних вуглеводнів дано оцінку статистичній під-контрольності експерименту при наявності неповного набору еталонних речовин.

Ключові слова: аналіз, метрологія, проби повітря, хроматографія.

Рассмотрены метрологические особенности хроматографической идентификации загрязнений воз-духа с использованием веществ-эталонных. На примере полициклических углеводородов дана оценка статистической подконтрольности эксперимента при наличии неполного набора эталонных веществ.

Ключевые слова: анализ, метрология, пробы воздуха, хроматография.

© Дмитриков В.П., Конох М.С., Найверт Л.І., 2013

киплячий шар, та підвищує його температуру і прискорює процес газифікації твердого палива в ньому. Температуру утворених продуктів в просторі над киплячим шаром, а також в зоні тангенціальних завихрювачів 12 регулюють впорскуванням води чи пари форсунками 14 в щілини відбиваючого сво-ду 7. Таким вприском подавляють процеси утворення оксидів азоту і знижують об'єм шкідливих ви-кидів в атмосферу. Утворені гази над киплячим шаром і в просторі, що обмежений завихрювачем 12, закручуються, перемішуються і піднімаються по кільцевій щілині вгору між стінками топки киплячо-го шару і вбудованим циклоном 10. При цьому значна частина золи відкидається до внутрішньої стін-ки, і вздовж неї опускається вниз до киплячого шару. Далше грубоочищені гази поступають в зави-хрювачі 15 циклона 10, і закручуючись, опускаються вздовж осаджувального ігольчатого електроду вбудованого високовольтного електрофільтра 11. У цьому випадку на частинки золи одночасно діють дві сили : відцентрові - що відкидають до стінки (від закручування потоку), і сили електростатичного притягування в електрофільтрі 11. Частинки золи опускаються по нижній трубі циклона 10 в кипля-чий шар 5 і по патрубку 9 виводяться з топки.

Очищені гази по трубі виходу 16 піднімаються вгору і виходять із топки киплячого шару по газо-проводу 19 та направляються в газову турбіну 4, після робочого циклу, в якій вони скидаються в осно-ву топку котельного агрегату.

Висновок. У запропонованих технічних рішеннях для роботи енергетичної установки використо-вується низькоякісне тверде паливо. При цьому, зменшуються шкідливі викиди в атмосферу, тому що в нижній частині топки відбувається газифікація низькоякісного твердого палива в киплячому шарі, а нагріте повітря за допомогою теплових труб дозволяє використовувати для роботи газової турбі-ни продукти газифікації твердого палива. Зменшення шкідливих викидів забезпечується поєднанням низькотемпературного киплячого шару, що подавляє утворення оксидів азоту, а також повної очистки димових газів від золи.

Література

1. Грінченко Д.М., Пеньков В.І., Кулик М.П. Топка киплячого шару. Патент України № 15622.
2. Парогазова теплосилова установка. Патент ФРГ № 839290, 1944 г.
3. Грінченко Д.М., Кулик М.П. Топка киплячого шару. Патент України № 18418.

УДК 614.715 : 628.395 : 543.544.45

*Дмитриков В.П., Конох М.С., Найверт Л.І.
Полтавська державна аграрна академія,
ТОВ «Укразротех»*

ОСОБЛИВОСТІ ХРОМАТОГРАФІЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПОЛІЦИКЛІЧНИХ ВУГЛЕВОДНІВ У ПОВІТРЯНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Розглянуто метрологічні особливості хроматографічної ідентифікації забруднень повітря з вико-ристанням речовин-еталонів. На прикладі поліциклічних вуглеводнів дано оцінку статистичній під-контрольності експерименту при наявності неповного набору еталонних речовин.

Ключові слова: аналіз, метрологія, проби повітря, хроматографія.

Рассмотрены метрологические особенности хроматографической идентификации загрязнений воз-духа с использованием веществ-эталонных. На примере полициклических углеводородов дана оценка статистической подконтрольности эксперимента при наличии неполного набора эталонных веществ.

Ключевые слова: анализ, метрология, пробы воздуха, хроматография.

© Дмитриков В.П., Конох М.С., Найверт Л.І., 2013

Are considered metrological of feature chromatographic of identification pollutants of air with use of the substances-standards. On an example polycyclic hydrocarbons the estimation statistical under control of experiment is given at presence of an incomplete set of reference substances.

Keywords: analysis, metrology, tests of air, chromatography.

Вступ. На думку дослідників, методика відбору проб істотно впливає на остаточні результати фізико-хімічних визначень. Відхилення результатів визначень в окремих випадках складають навіть 25–30 % від реального результату. Для корегування результатів визначень у практиці моніторингу забруднень природних середовищ широко використовують надійність і достовірність, статистичні і математичні методи.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. У більшості відомих хемометричних методів аналіз займає головне місце. При цьому керуються принципом витягання максимальної інформації з даних, а безліч даних упорядковують, застосовуючи принцип ієрархії значень, параметрів або змінюючи стратегію аналізу. У процесі розпізнавання зразка при дослідженні багатовимірного процесу моніторингу також використовують калібрування, яке відносять до процесу встановлення зв'язку шуканої концентрації аналіта до відомого результату вимірювання, наприклад з використанням фізико-хімічних властивостей аналіта.

Ідентифікацію речовин, як прийом якісного аналізу, часто реалізують на основі кількісних даних. Такими даними в хроматографічному аналізі є експериментально встановлювані значення величин утримування хроматографованих сполук [2].

Мета роботи. Необхідно дати метрологічну оцінку надійності ідентифікації мікрокількостей забруднень повітря – поліциклічних вуглеводнів.

Матеріал і результати досліджень. Проби забруднень відбирали на фільтр і сорбент, суміщені в одному пробовідбірнику. Десорбовані поліциклічні вуглеводні аналізували методом високоефективної рідинної хроматографії (С18, водні розчини метанолу і ацетонитрилу) [3]. Оперативність виконання аналізів повітря, як і інших аналізів у цілому, виключає надмірні вимоги до чутливості і точності методу аналізу. При оцінці точності методу – правильності, відтворюваності – зазвичай виходять з принципу – наскільки їх перевищення в довкіллі призводить до шкідливих наслідків. Величини утримування не ідеально виявляють властивості об'єкту, що вивчається, в нашому випадку проби повітря, і з цієї причини беруть до уваги погрішності результатів визначень. Останні в багатьох випадках істотним чином впливають на кінцевий результат.

Аналіз виконаних досліджень. Розглянемо метрологічні особливості ідентифікації з використанням речовин-еталонів (речовин порівняння). Ці особливості виявляються як в газовій, так і рідинній хроматографії і не залежать від властивостей аналітів. При першому підході до ідентифікації забруднень повітря (ЗП) виникає необхідність у віднесенні речовини до певної класифікаційної одиниці (класу, групи), а згодом і конкретизації відповіді, тобто за відомим принципом «від загального до частки». Цей принцип включає розгляд ситуацій, варіантів і завдань, які виправдовують прийоми використання речовин-еталонів.

Розрізняють три варіанти ідентифікації [1]:

- погрішність значення основного параметра неістотна;
- погрішність можна врахувати (достовірна ідентифікація можлива);
- погрішність велика (достовірна ідентифікація неможлива).

Така диференціація погрішностей зводиться до максимально об'єктивної оцінки погрішностей разом з визначенням впливу погрішностей на достовірність результатів. Підхід до оцінювання погрішностей може бути подвійним. В одному з них беруть до уваги, що існує статистично стійка генеральна сукупність результатів вимірювань величин утримування з виключенням систематичних погрішностей. Це має місце в разі однотипних масових експериментів, при використанні відладжених методик і апаратури. Для підтвердження цього необхідний великий масив експериментальних даних.

При іншому підході визнають, що об'єктивна апріорна інформація про це відсутня у випадку, наприклад, одиначної серії експериментів на малому масиві даних. Існує чимало випадків, коли потрібне використання такого підходу для оцінки точності результатів. У разі ідентифікації складних сумі-

шів рідко використовують ступінчасте збільшення до суміші одиничних речовин-еталонів. Зазвичай використовують набір речовин-еталонів, причому цей набір може бути повним або неповним. Повним вважають набір речовин гомологічного ряду певного класу речовин або групи. У разі аналізу ЗП повні набори речовин використовують для встановлення хроматографічних властивостей лише деяких представників поліциклічних вуглеводнів і похідних, що володіють схожими властивостями.

Якщо існує апріорна інформація про статистичну підконтрольність експерименту, то поступають таким чином. Спочатку встановлюють тотожність між речовиною-еталоном і визначуваною речовиною. Для цього виконують m серій експериментів, кожна з яких складається з двох рядів по n вимірювань величин хроматографічного утримування. Значення V^e відносять до речовини-еталону, а просто V – до речовини, що ідентифікується, у разі хроматографії в газовій і рідкій фазах. З'являються серії експериментів двох типів: для речовини, що ідентифікується, і речовини-еталону.

Існує чимало методів, що дозволяють виключити систематичні погрішності, які є загальними для двох вказаних рядів значень [4]. Статистично підконтрольний стан має місце, якщо середні значення $\overline{X_j}$ розбіжностей хроматографічних параметрів між речовиною, що ідентифікується, і еталоном

$$X_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (V_{j,i} - V_{j,i}^e), j = \overline{1, m} \text{ практично не відрізняються в ряду.}$$

Для будь-якої j -серії експериментів можна цілком використовувати середнє значення дисперсій

$$\overline{D} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m D_j.$$

У разі тотожності двох речовин (невідомого і еталону) різниця параметрів утримування в ідеальному випадку рівна нулю, в неідеальному – відрізняється від нуля на деяку величину за рахунок погрішностей. В останньому випадку вдаються до оцінки значущості цієї відмінності. Для цього проводять додатковий, $(m+1)$, експеримент, з якого набувають значення X_{m+1} і знаходять співвідношення

$$T_{m+1} = |X_{m+1}| / D^{1/2}. \quad (1)$$

Якщо величина $T_{m+1} \geq 10$, то невідома речовина не тотожна еталону, якщо $T_{m+1} \leq 0,1$, то обидві речовини тотожні. У разі, коли значення T_{m+1} не задовольняють жодному з вимог, використовують додаткове правило: якщо $T_{m+1} < 3$, то результати додаткового експерименту для ідентифікації не придатні. Такий підхід вимагає корегування з урахуванням отриманих результатів ідентифікації компонентів у цілому, оскільки умови оцінки тотожності представляють ступені наближення до прийнятного значення.

Для вирішення завдання, в якому встановлюють тотожність невідомої речовини одній з речовин-еталонів, цілком придатний підхід, приведений вище. Послідовне введення пар речовин, одне з яких невідоме, інше є еталоном, займає багато часу і з цієї причини нерационально. У такому разі доцільно вводити невідому речовину після введення в хроматографічну систему набору еталонних речовин – поліциклічних сполук.

За наявності неповного набору еталонних речовин (типовий випадок для отримання вичерпних відомостей про ЗП в цілому) поступають таким чином. Спочатку вибирають параметр, значення якого характеризують повний набір речовин порівняння. Проте вибір одного параметра, що задовольняє вказаним вимогам, здійснити нелегко. Слід провести оцінку критеріїв і зробити вибір незалежного змінного. У роботах вітчизняних і зарубіжних дослідників наголошується, що прийнятними параметрами можуть бути молекулярний об'єм аналітів, спектральні характеристики і ряд інших [5, 6].

Хай незалежне змінне p має значення $p_j (j = \overline{1, h})$ і ці значення описують повний набір речовин порівняння h . Неповний набір з k речовин ($k < h$) позначимо $p_{j,l} (l = \overline{1, k})$. Припустимо, що в черговому додатковому експерименті отримані вимірювання хроматографічних параметрів для визначуваної сполуки $V_{m+1,1}^{e,l}, \dots, V_{m+1,i}^{e,l}, \dots, V_{m+1,n}^{e,l}$, а для неповного набору речовин-еталонів отриманий ряд $V_{m+1,1}^{e,l}, \dots, V_{m+1,i}^{e,l}, \dots, V_{m+1,n}^{e,l}$.

Середні величини хроматографічних параметрів для речовин-еталонів

$$\bar{V}_{m+1}^{e,l} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_{m+1,i}^{e,l} . \quad (2)$$

Побудуємо, а потім проведемо дослідження залежності $V^e = F^e(p)$. Складемо співвідношення для $q = \overline{1, k-1}$

$$R = \frac{V_{m+1}^{e,q+1} - V_{m+1}^{e,q}}{p_{i,q+1} - p_{i,q}} . \quad (3)$$

Зіставлення невідомої речовини з еталоном ускладнюється, якщо співвідношення (3) не досить для винесення однозначної ухвали. Для цього приймають нелінійність функції $V^e = F^e(p)$ і доповнюють залежність значеннями, яких бракує. Якщо експериментальні значення відсутні, то залежність доповнюють розрахунковими значеннями, використовуючи для цього відомі підходи.

У тому випадку, коли постійність співвідношення (3) є достатньою, приймають лінійний вид залежності хроматографічного параметра від вибраного дескриптора. Це рівняння включає коефіцієнти, отримані з експериментальних значень [6]:

$$V^e = B_1 p + B_0 , \quad (4)$$

$$\text{де } B_1 = \frac{1}{k-1} \sum_{q=1}^q R ; B_0 = \bar{V}_{m+1} - B_1 \bar{p} ; \bar{p} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k p_i ; \\ \bar{V}_{m+1}^e = \frac{1}{k} \sum_{l=1}^k V_{m+1}^{e,l} .$$

Залежність (4) дозволяє обчислити заданий хроматографічний параметр для речовин, які не містять набір еталонів. Якщо ввести в розгляд середнє значення величини шуканого параметра хроматографічного утримування

$$\bar{V}_{m+1} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_{m+1,i} \quad (5)$$

і визначити різниці $\bar{X}_{m+1,j} = V_{m+1} - V_{m+1}^{e,j}$ з використанням формул (2) і (5), то цілком реальне виконання ідентифікації по методиці, розробленій для повного набору речовин.

У разі повного набору речовин завдання вирішується порівняно просто. Спочатку знаходять значення величин середніх і дисперсій, для чого використовують вирази

$$\bar{X}_j^l = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (V_{j,i} - V_{j,l}^{e,l}) ; D_j^l = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (V_{j,i} - V_{j,l}^{e,l} - \bar{X}_j^l)^2 , \quad (6)$$

де $j = \overline{1, m}$; $l = \overline{1, k}$.

При статистичній підконтрольності експерименту показано використання середнього значення дисперсій, що розраховують за формулою:

$$\bar{D} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m D_j . \quad (7)$$

Надалі ряди значень, отримані в (m+1)-експерименті при вимірюванні хроматографічних параметрів для невідомої речовини, порівнюють з відомими значеннями, обчислюючи середні значення за формулою:

$$\bar{X}_{m+1}^l = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (V_{m+1,i} - V_{m+1,i}^{e,l}) . \quad (8)$$

Після чого оцінюють відмінність $\bar{X}_{m+1}^{\min}$ від нуля або від ненульового значення, використовуючи при цьому формулу аналогічну приведеній раніше формулі (1)

$$T_{m+1} = |X_{m+1}^{\min}| / D^{1/2}. \quad (9)$$

Апріорна інформація про статистичну підконтрольність експериментальних даних може бути відсутньою з різних причин: у разі істотної розбіжності умов експерименту, або за наявності декількох експериментальних серій, що включають недостатню кількість даних, або за відсутності стабільності результатів визначень. У вказаних випадках відсутня генеральна сукупність багато разів повторених даних, що не дозволяє визначити точність результатів за допомогою дисперсії, і з цієї причини надійність ідентифікації сумнівна [5].

Висновки. Розглянуто метрологічні особливості ідентифікації з використанням речовин-еталонів (речовин порівняння). Проаналізований подвійний підхід до оцінювання погрешностей експериментальних визначень. Для надійної ідентифікації речовин-забруднювачів, крім наборів еталонів, використовують фізико-хімічні параметри, корегуючи результати топологічними індексами речовин, котрі визначають.

Література

1. Введение в экологическое моделирование / А.А. Цхай, М. Пулян, Л.Н. Бельдеева, Дж. Ганулис, И.В. Жерелина. – Барнаул: Азбука, 2001. – 315 с.
2. Вершинин В.И. Критерии совпадения пиков в качественном хроматографическом анализе. Учет воспроизводимости характеристик удерживания / В.И. Вершинин, В.А. Топчий, И.И. Медведовская // Журн. аналит. химии. – 2001. – Т.56. – № 4. – С. 367–373.
3. Дмитриков В.П. Прогнозирование хроматографического поведения арен при помощи топологических индексов / В.П. Дмитриков // Вопр. химии и хим. технологии. – 1999, № 4. – С. 5–8.
4. Clement R.E., Koester C.J., Eiseman G.A. Environmental analysis // Anal. Chem. – 1993. – Vol. 65, № 12. – P. 85R – 116R.
5. Lavine B.K. Chemometrics // Anal. Chem. – 2000. – Vol. 72, № 12. – P. 91R – 97R.
6. Nabivach V.M., Dmitrikov V.P. The use of correlation equations for the prediction of retention parameters in gas-liquid chromatography // Russian Chemical Reviews. – 1993. – Vol. 62, № 1. – P. 23–33.

УДК 697.9: 631.95

Бондаренко Л.Г.

*Харківський національний університет
будівництва та архітектури*

ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ТА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПТАХОФАБРИК

Розглядається проблема утилізації органічних відходів птахофабрики. Пропонується технологічна лінія для утилізації з отриманням цінних органічних добрив, біогазу і електроенергії.

Ключові слова: птахофабрика, відходи, переробка, економічна, екологічна та енергетична ефективність.

Рассматривается проблема утилизации органических отходов птицефабрики. Предлагается технологическая линия для утилизации отходов с получением ценных органических удобрений, биогаза и электроэнергии.

Ключевые слова: птицефабрика, отходы, переработка, экономическая, экологическая и энергетическая эффективность.

© Бондаренко Л.Г., 2013

Висновки. У результаті використання запропонованої технологічної лінії проблема утилізації відходів птахівництва повністю вирішується, здійснюється повне знезараження продукту від патогенної мікрофлори, отримання готової продукції у вигляді гранул, виключається забруднення навколишнього середовища і як наслідок звільнення від податків за зберігання відходів і за забруднення навколишнього середовища. Економічний ефект досягається отриманням доходу від продажу готової продукції – гранул, отримання електричної та теплової енергії, від відверненого екологічного збитку – відпадає необхідність виплачувати грошові кошти на відновлення флори і фауни та оздоровлення населення прилеглих населених пунктів. Економічний ефект від використання запропонованої технологічної лінії можна порівняти з економічним ефектом від основного виробництва.

Література

1. Патент України №49221. Генератор тепловой энергии. Шушляков А.В., Шушляков Д.А. и др. Опубликовано 26.04.2010. Бюл. № 8.
2. Патент ИА, №9454, Бюл.№9 от 10 05 2011, Зареєстровано 10,05,2011.
Вихровий турбулентний промивач з пристроєм, що генерує імпульсні коронні розряди. Автори: Бойко М.І., Кириченко Л.В., Шушляков Д.О., Шушляков О.В.
3. Пузырев Е.М., Щуренко В.П., Щербаков Ф.В. Вихревая топка. Патент РФ № 2126932. 27.02.99. Бюл. № 6.

УДК 66.011

¹Негадайлов А.А., ²Шапорев В.П.

¹Чернівецький факультет Національного
технічного університету «ХПІ»,

²Національний технічний університет «ХПІ»

ВПЛИВ ДІАМЕТРА КУСКОВОГО МАТЕРІАЛУ НА ЗМЕНШЕННЯ ШКІДЛИВИХ ВИКИДІВ ВАПНЯКОВО-ВИПАЛЮВАЛЬНИХ ПЕЧЕЙ

Розглянуті питання зменшення шкідливих викидів при роботі вапняково-випалювальних печей.

Ключові слова: вапняк, вапно, шахтна піч, діаметр кусків, моделювання, екологічні проблеми.

Рассмотрены вопросы уменьшения количества вредных выбросов при работе известково-обжигательных печей.

Ключевые слова: известняк, известь, шахтная печь, диаметр кусков, моделирование, экологические проблемы.

The questions of diminishing of amount of harmful extrass are considered at the working of shaft furnaces for carbonate materials.

Keywords: limestone, lime, shaft furnaces, diameter of stone, design, ecological problems.

Актуальність проблеми. Сучасні виробництва (металургійні, содові, цукрові, будівельних матеріалів) потребують високоякісне вапно, що відповідає жорстким умовам по вмісту оксидів кальцію та магнію, а також по часу гідратації [4-6, 12, 15]. Вапно не може транспортуватися на великі відстані і

© Негадайлов А.А., Шапорев В.П., 2013

тому будівництво вапновипалювальних ділянок здійснюється в безпосередній близькості до користувача. На сьогоднішній день найбільші об'єми виробництва вапна належать шахтним печам. У нашій країні більшість з них були спроектовані для роботи на твердому паливі. Основними перевагами шахтних печей є низька питома витрата палива та низька вартість. В Україні переважно експлуатуються шахтні печі зразка 1960–1970 років. Ці печі не дають можливості отримувати високоякісне вапно, тобто вміст оксидів кальцію та магнію в продукті менший ніж 80%, ступінь дисоціації карбонатної сировини менше 90%, час гідратації вапна перевищує 5 хв. З технологічного циклу виводяться: газові потоки, що містять CO , NO_x , SO_2 , пил; рідкі промстоки і тверді шлами.

Обсяг відходів оброблюваної сировини може служити показником досконалості технології виробництва: чим вона досконаліше, тим менше відходів. У зв'язку із цим основним завданням екологічного забезпечення виробництва вапна є розробка й створення нових способів виробництва, що виключають викиди відходів. Другим завданням є вдосконалення існуючої технології й апаратури з метою різкого зниження відходів (збільшення ступеня використання сировини). Третє завдання – розробка нових, більше ефективних, способів очищення викидів, а також технологій по переробці відходів на цільові продукти.

Відзначимо відразу, що розробки в області створення принципово нових технологій з використанням низькотемпературної плазми, лазерних джерел енергії, діафрагмених способів, каталізаторів, у тому числі каталізаторів, близьких за структурою й механізмом дії до ферментів і ензимам, і т.п., не ведуться, незважаючи на те, що є певні успіхи по кожному з перерахованих методів. Це обумовлено декількома причинами, а саме: апаратне оформлення технологічного процесу та технологічні прийоми відносно прості й універсальні, дозволяють досить легко спроектувати й організувати великотонажне виробництво; доступність і відносна простота видобутку вихідної сировини; відносно м'які закони по захисту навколишнього середовища [14]. Розробка можливих шляхів зменшення відходів одночасно повинна приводити до інтенсифікації процесу і до збільшення його ефективності. Так, зі збільшенням повноти протікання процесу (шляхом підбору оптимальних умов) збільшиться ефективність виробництва і зменшиться кількість відходів. Тому створення маловідходних технологій дозволяє вирішити проблему охорони природи не тільки технічно, але й економічно розумним шляхом, і цей шлях варто вважати головним.

Подібна ситуація вимагає суттєвої реконструкції шахтних печей, яка повинна здійснюватися на основі досліджень по розробці ефективного обладнання та оптимальних умов його роботи. Сучасні дослідження направлені на створення математичних моделей, в яких враховується аеродинаміка пористого середовища, механізми руху матеріалу та газу, кінетика дисоціації кускового вапняку і подальше впровадження моделі на конкретних виробництвах.

Аналіз попередніх досліджень і публікацій. До теперішнього часу визначилися наступні основні напрямки в створенні екологічно раціональних технологічних процесів при виробництві вапна :

- розробка технологічних систем і водооборотних циклів для підвищення ефективності виробництва та виводом рідких відходів і викидом шкідливих газів у межах, що допускаються, для даного регіону [1, 2, 4-6, 7, 9, 10,14];

- переробка вторинних матеріальних ресурсів у корисні продукти; зниження втрат тепла в навколишнє середовище за рахунок утилізації вторинних енергоресурсів [12, 13].

Проте існує багато резервів для підвищення екологічності даного виробництва.

Мета досліджень. На основі багатьох досліджень динаміки руху сипучих матеріалів у циліндричних каналах [6, 11], обґрунтувати можливість зменшення шкідливих викидів при роботі вапняково- випалювальної печі за рахунок диференційованої завантажки вапняку по діаметру печі. Для вирішення цього завдання необхідно дослідити процеси руху матеріалу по діаметру печі шляхом розроблення та вивчення моделей механіки рухосипучих середовищ.

Результати досліджень. Були розраховані кількості відходів виробництва вапна. Результати подано в таблиці 1.

Основною проблемою аеродинаміки кускового шару циліндричних шахтних печей [8, 12] є переважно кільцевий режим течії гарячих газів, тобто в зоні випалювання найбільші швидкості газового потоку встановлюються поблизу стінок печі, центральна частина печі, в якій швидкості теплоносія в

Таблиця 1

Розраховані кількості відходів виробництва вапна

№№	Речовина, що викидається	Технологія отримання	Розрахована к-сть на 1 тону 100 % CaO за добу
1	Маса фракцій вапняку < 40мм	При підготовці сировини	0,87 т
2	Зола	При спалюванні коксу	5,5кг
3	Окиси азоту NO _x	При спалюванні коксу	0,067 кг
4	Діоксид сірки SO ₂	При спалюванні коксу	3,31кг
5	Монооксид вуглецю CO	При спалюванні коксу	0,06 кг
		При випалюванні вапняку	18,54 м ³
6	Вуглецевий газ CO ₂	При спалюванні коксу	45 кг
		При випалюванні вапняку	640,2 м ³
7	Сухий пил вапна CaO	При випалюванні вапняку	0,772 кг

1,5–2 рази нижча, відчуває недостачу тепла. Це приводить до нерівномірного випалювання карбонатного матеріалу та спіканню кусків поблизу стінок з можливою приваркою їх до футеровки. Поряд з нерівномірністю розподілу газового потоку по перерізу, має місце нерівномірність розподілу швидкості руху матеріалу. Згідно [2], фронт швидкості руху матеріалу в шахтних печах циліндричного типу має еліптичну форму з вершиною в центральній частині печі, при цьому швидкість руху матеріалу в центрі може бути на 20–30% більшою ніж біля стінок. Така ситуація приводить до необхідності підвищувати температуру випалювання до 1100–1200 °C і навіть більше. Зниження температури приводить до недопалу крупних кусків матеріалу в центральній частині, а підвищення температури приводить до перепалу малих кусків та можливому їх спіканню поблизу стінок печі. Все вище згадане знижує якість вапна і накладає жорсткі умови на фракційний склад по діаметру кускового матеріалу (40–120 мм). Всі фракції вапняку діаметром менше ніж 40 мм ідуть у відвали.

Таким чином об'єктивно неможливо вирівняти температуру по діаметру шахтних печей. Всі методи, що направлені для вирішення цієї проблеми, по-перше, не вирішують її до кінця, по-друге, приводять до значних ускладнень конструкції печі, по-третє, накладають жорсткі границі на температурний інтервал роботи печей, а також на діаметри кусків вапняку, що загрузаються в піч. Нами пропонується вирішувати проблеми недопалу, перепалу, або спікання матеріалу, що випалюється, за рахунок диференційованої загрузки вапняку по діаметру печі. Якщо в центральну частину печі, де температура нижче ніж у стінок, а також час перебування кускового матеріалу в зоні випалювання найменший, не загрузати матеріал більше певного діаметра, то це дозволить, по-перше, знизити максимальні температури роботи печей, що відповідно приведе до зменшення витрати палива, по-друге, дасть можливість загрузати в піч матеріал діаметром менше ніж 40 мм, не ризикуючи отримати перепалене вапно, або спікання кускового матеріалу.

Необхідні діаметри матеріалу, що загрузаються в піч, можна отримати з рішення загальної багатомірної математичної моделі руху газів та матеріалу, а також моделі теплопереносу в шарі кускового матеріалу та моделі випалювання окремої гранули. Математична модель включає наступні головні рівняння [15]:

Рівняння неперервності для матеріалу:

$$\frac{\partial}{\partial t}[\rho_m(1-\varepsilon)] + \operatorname{div}[\rho_m(1-\varepsilon_m)\vec{v}_m] = Q_m, \quad (1)$$

Рівняння руху для матеріалу:

$$\rho_m(1-\varepsilon)\frac{d}{dt}\left(\frac{1-\varepsilon_p}{1-\varepsilon}\vec{v}_m\right) = \rho_m(1-\varepsilon)\vec{g} + \operatorname{div}[(1-\varepsilon_p)\vec{\Sigma}] + \vec{R}, \quad (2)$$

Рівняння процесу дисоціації вапняку:

$$\frac{d\xi}{dt} = \frac{3\lambda}{\rho_m H_L R_k^2} * \frac{(1-\xi)^{1/3}}{1-(1-\xi)^{1/3}} (T_0 - T_i), \quad (3)$$

де ρ_m – густина; ε та ε_p – пористість та проникливість шару; $\vec{v}$ – швидкість; Q – джерела та стоки маси; t – час; $\vec{R}$ – сила опору шару матеріала руху газу; P – тиск; T – температура; $\vec{\Sigma}$ – тензор напружки; $\vec{g}$ – прискорення сили гравітації; H_L – теплота реакції декарбонізації; ξ – коефіцієнт дисоціації карбонату; T_0 – температура поверхні гранули; T_i – температура фронту реакції; R_k – радіус гранули; m – індекс.

Інтегруючи рівняння (3) для практичних випадків, отримуємо час розкладу карбонату [13]:

$$\tau = \frac{Q \rho_m C_0 R_k \lambda}{300 \alpha \lambda_0 (T_0 - T_i)} (1 - \xi), \quad (4)$$

де Q – питома витрата тепла, C_0 – початкова концентрація карбонату, α – коефіцієнт конвективного теплообміну, λ , λ_0 – коефіцієнт теплопровідності відповідно при температурі дисоціації та базовій.

З рівняння (4) бачимо, що τ лінійно залежить від діаметра куску карбонату.

Змінюючи загрузочно-розподільним пристроєм розподіл кусків матеріалу по діаметру печі таким чином, щоб в центральну частину попадали куски діаметром не більше 84 мм, можна отримати рівномірне випалювання карбонатів по периметру печі при температурах не вище 1000 °С.

Це дає можливість:

- по-перше, знизити затрати вугілля на 20–25%;
- по-друге, використовувати куски карбонатів діаметрами від 28 до 40 мм.

Зменшення використання палива при виробництві кожної тонни 100 % CaO приводить не тільки до економічного ефекту, але і вирішує екологічну проблему – зменшення питомих викидів шкідливих речовин у довкілля на одиницю виробленої продукції.

Висновки. Розрахунки показують, що вдосконалюючи технологічний процес випалювання вапняку, можна знизити виробничі затрати на використання твердого палива приблизно на 20–25%, зменшити кількості відходів виробництва вапна на одиницю готової продукції, загрузати в вапняково-випалювальну піч куски карбонату діаметром від 28 до 40 мм і тим самим більш ефективно використовувати початкову сировину.

Література

1. Белоглазов И.Н. Математическое моделирование и численный анализ шахтной печи / И.Н. Белоглазов, В.О. Голубев // Цветные металлы. – 2005. – № 7. – С. 31–35.
2. Белоглазов И.Н. Модель технологии обжига известняка в шахтной печи / И.Н. Белоглазов, В.О. Голубев, О.В. Зиязитдинова // Записки Горного института. – 2006. – Т. 169. – С. 71–73.
3. Глинков М.А. Общая теория тепловой работы печей / М.А. Глинков, Г.М. Глинков. – М.: Металлургия, 1990. – 230 с.
4. Голубев В.О. Математическая модель диссоциации одиночной гранулы карбоната кальция / В.О. Голубев, И.Н. Белоглазов // Записки Горного института. – 2006. – Т. 169. – С. 104–107.
5. Голубев В.О. Исследование процесса обжига металлургического известняка в шахтной печи / В.О. Голубев // Записки Горного института. – 2006. – Т. 169. – С. 101–103.
6. Долгунин В.Н. Быстрые гравитационные течения зернистых материалов: техника измерения, закономерности, технологическое применение / В.Н. Долгунин, В.Я. Борщев. – М.: Машиностроение, 2005. – 112 с.
7. Жигач С.И. Математические модели в практике проектирования и оптимизации известе-обжигательных шахтных печей / С.И. Жигач, В.Е. Никольский, И.Н. Белоглазов, В.О. Голубев // Черные металлы. – 2006. – июль-август. – С. 28–33.
8. Китаев Б.И. Теплообмен в шахтных печах / Б.И. Китаев. – М: Металлургиздат, 1999. – 152 с.
9. Математические модели в практике проектирования и оптимизации известеобжигательных

шахтных печей / [Жигач С.И., Никольский В.Е., И.Н. Белоглазов, И.Н., Голубев В.О.] // Черные металлы. – 2006. – июль–август. – С. 28–33.

10. Никольский В.Е. Математические модели в практике разработки высокоэффективных шахтных печей для обжига карбонатных пород / В.Е. Никольский, С.И. Жигач, И.Н. Белоглазов, В.О. Голубев // Сб. тр. конф. «Промышленные печи и высокотемпературные реакторы». – СПб: «Руда и металлы», 2006. – С. 73–75.

11. Сэвидж С. Гравитационное течение несвязных гранулированных материалов в лотках и каналах / С. Сэвидж // Механика гранулированных сред: Теория быстрых движений. – М.: Мир, 1985. – С. 86–146.

12. Табунщиков Н.П. Производство извести / Н.П. Табунщиков. – М: Химия, 1974. – 239 с.

13. Ткач Г.А. Производство соды по малоотходной технологии / Г.А. Ткач, В.П. Шапорев, В.М. Титов. – Харьков: ХГПУ, 1998. – 429 с.

14. Gordon Y.M. New Technology and shaft furnace for high quality metallurgical lime production. / Gordon Y.M., Blank M.E., Madison V.V., Abovian P.R. // Proceedings of Asia Steel International Conference – 2003., April 9–12, 2003. – Jamshedpur, India, 2003. – Volume-1. – P.P. 1.b.1.1–1.b.1.6.

15. MAERZ, The Parallel Flow Regenerative Lime Kiln (PR-Kiln). – Zurich, Switzerland: Zement–Kalk–Gypsum, 1965. – 394 p.p.

УДК 502/504

Мандрик О.М.

*Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу*

ЕКОЛОГІЧНІ ТА ЕКОНОМІЧНІ НАСЛІДКИ АВАРІЙ НА МАГІСТРАЛЬНИХ ГАЗОПРОВОДАХ

У роботі проведена оцінка екологічних та економічних наслідків аварій на магістральних газопроводах. Обґрунтовані характер і зони негативної екологічної дії вражаючих факторів аварій. Запропонована методика оцінки екологічних та економічних збитків при аваріях на магістральних газопроводах.

Ключові слова: екологічні наслідки, економічні збитки, газопроводи.

В работе проведена оценка экологических и экономических последствий аварий на магистральных газопроводах. Обоснованы характер и зоны отрицательного экологического воздействия поражающих факторов аварий. Предложена методика оценки экологических и экономических убытков при авариях на магистральных газопроводах.

Ключевые слова: экологические последствия, экономические убытки, газопроводы.

In this paper we evaluated environmental and economic consequences of accidents on pipelines. Grounded in nature and the zone of negative environmental factors spectacular crashes. The estimation of environmental and economic damage in accidents on the pipeline.

Keywords: environmental impacts, economic loss, gas.

Актуальність проблеми. Для забезпечення еколого-енергетичної безпеки України в умовах глобалізації світової економіки вкрай необхідним є розвиток екологічного контролю в індустрії використання природного газу. Перш за все – це запровадження системи екологічного моніторингу в галузі видобування і транспортування природного газу і, по-друге, організація постійного екологічного аудиту на об'єктах видобування, транспорту і використання газу.

© Мандрик О.М., 2013

$$T_{m+1} = |X_{m+1}^{\min}| / D^{1/2}. \quad (9)$$

Апріорна інформація про статистичну підконтрольність експериментальних даних може бути відсутньою з різних причин: у разі істотної розбіжності умов експерименту, або за наявності декількох експериментальних серій, що включають недостатню кількість даних, або за відсутності стабільності результатів визначень. У вказаних випадках відсутня генеральна сукупність багато разів повторених даних, що не дозволяє визначити точність результатів за допомогою дисперсії, і з цієї причини надійність ідентифікації сумнівна [5].

Висновки. Розглянуто метрологічні особливості ідентифікації з використанням речовин-еталонів (речовин порівняння). Проаналізований подвійний підхід до оцінювання погрешностей експериментальних визначень. Для надійної ідентифікації речовин-забруднювачів, крім наборів еталонів, використовують фізико-хімічні параметри, корегуючи результати топологічними індексами речовин, котрі визначають.

Література

1. Введение в экологическое моделирование / А.А. Цхай, М. Пулян, Л.Н. Бельдеева, Дж. Ганулис, И.В. Жерелина. – Барнаул: Азбука, 2001. – 315 с.
2. Вершинин В.И. Критерии совпадения пиков в качественном хроматографическом анализе. Учет воспроизводимости характеристик удерживания / В.И. Вершинин, В.А. Топчий, И.И. Медведовская // Журн. аналит. химии. – 2001. – Т.56. – № 4. – С. 367–373.
3. Дмитриков В.П. Прогнозирование хроматографического поведения арен при помощи топологических индексов / В.П. Дмитриков // Вопр. химии и хим. технологии. – 1999, № 4. – С. 5–8.
4. Clement R.E., Koester C.J., Eiseman G.A. Environmental analysis // Anal. Chem. – 1993. – Vol. 65, № 12. – P. 85R – 116R.
5. Lavine B.K. Chemometrics // Anal. Chem. – 2000. – Vol. 72, № 12. – P. 91R – 97R.
6. Nabivach V.M., Dmitrikov V.P. The use of correlation equations for the prediction of retention parameters in gas-liquid chromatography // Russian Chemical Reviews. – 1993. – Vol. 62, № 1. – P. 23–33.

УДК 697.9: 631.95

Бондаренко Л.Г.

*Харківський національний університет
будівництва та архітектури*

ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ТА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПТАХОФАБРИК

Розглядається проблема утилізації органічних відходів птахофабрики. Пропонується технологічна лінія для утилізації з отриманням цінних органічних добрив, біогазу і електроенергії.

Ключові слова: птахофабрика, відходи, переробка, економічна, екологічна та енергетична ефективність.

Рассматривается проблема утилизации органических отходов птицефабрики. Предлагается технологическая линия для утилизации отходов с получением ценных органических удобрений, биогаза и электроэнергии.

Ключевые слова: птицефабрика, отходы, переработка, экономическая, экологическая и энергетическая эффективность.

© Бондаренко Л.Г., 2013

The problem of utilization of organic wastes of poultry farm is considered. Technological line of utilization with the receipt of valuable organic fertilizers, biogas and electric power is offered.

Keywords: poultry farm, waste, processing, economic, ecological and energy efficiency.

Постановка задачі. Проблема утилізації відходів птахівництва, на даний момент, дуже актуальна. У даний час курячий послід вважається відходами птахівництва. Але він може використовуватися як сировина. Відходи можуть служити цінним добривом, ефективним мульчуючим агентом глинистих ґрунтів, сорбентом для рекультивациі забруднених ґрунтів, паливом для покриття потреб у тепловій енергії птахофабрик або населення, а також використовуватися в медицині.

На даний момент для зберігання посліду птахофабрики використовують природні поглиблення рельєфу місцевості або влаштовують спеціальні сховища, які є джерелом забруднення навколишнього середовища і проблему утилізації відходів не вирішують. Птахофабрика, як і раніше, змушена платити податки за зберігання відходів і штрафи за забруднення навколишнього середовища.

Огляд невирішених проблем. Як варіант, для утилізації відходів птахівництва можна використовувати такі технології:

- Група Канадських компаній розробила технологію і випускає обладнання для переробки курячого посліду в сухе паливо і отримання теплової та електричної енергії. За допомогою цього обладнання (система БТС), відходи одночасно сушать і подрібнюють. Подрібнені відходи спалюють у вихрових топках [1].

- Гранулювання посліду в грануляторах та використання в подальшому в якості добрива.
- Спалювання в котлах.
- Компостування в спеціальних сховищах.

Недоліком перерахованих способів утилізації відходів птахофабрик, відповідно є: спалювання відходів економічно недоцільно, оскільки втрачається цінне добриво і має місце забруднення атмосфери; існуючі лінії переробки відходів мають малу продуктивність і великі витрати часу на переробку, що призводить до великих втрат азотних добрив; компостування відходів призводить до забруднення навколишнього середовища і втрат якості добрив.

При переробці відходів виділяються неприємні запахи і небезпечні речовини, такі як сірководень, аміак, оксид вуглецю. Так, сірководень є шкідливою речовиною для всіх відрізків дихальних шляхів і для рогової оболонки ока. Одночасно він є сильною нервовою отрутою, яка внаслідок порушення клітинного дихання викликає глибоке оглушення, наркоз, судоми, а при більш високій концентрації – смерть від зупинки дихання.

Виклад основного матеріалу дослідження. Як оптимальне рішення проблеми зберігання відходів птахівництва з отриманням доходу від утилізації, для переробки відходів пропонується технологічна лінія, до складу якої входять: приймальний бункер, сітчастий транспортер, 3 дробарки, генератор теплової енергії нової конструкції (ГТЕ) [2], гранулятор та двоступенева очистка аспіраційного повітря.

ГТЕ може працювати як на біопаливі, так і безпосередньо на відходах птахівництва. Для цієї мети можуть використовуватися старі запаси посліду із спеціальних сховищ, які не представляють цінності як добриво, або біогаз, одержуваний при переробці відходів в ферментаторах.

Особливістю конструкції ГТЕ [2] є те, що повітря на горіння підігрівається до температури вище температури піролізу палива і подається «зверху–вниз» на шар палива. При цьому в шарі палива утворюються дві зони піролізу: в верхньому шарі палива і над зоною горіння. У результаті в зону горіння надходять продукти піролізу (газоподібні, кокс, зола). У зоні горіння температура досягає 1500°C, що забезпечує повне згоряння всіх горючих компонентів палива, а також таких домішок як сірка, хлор, і всіх мікроорганічних домішок. У результаті використання ГТЕ буде отримана теплофікаційна вода і теплова енергія, для покриття потреб птахофабрики. Комплектація технологічної лінії міні-ТЕЦ дозволить отримати електроенергію для покриття потреб птахофабрики.

Принцип роботи запропонованої лінії гранулювання полягає в наступному: сировина подається в аспіруємий бункер-накопичувач за допомогою транспортера. Аспіраційне повітря очищається мокрим способом з утворенням аміачної води. Періодично, але не рідше двох разів на добу – послід ви-

вантажуються в транспортні причеми і транспортується в цех його переробки. Сировина з приймального бункера-накопичувача вивантажується в тракторні причеми і транспортується до цеху переробки сировини, де вивантажується в приймальний бункер, звідки за допомогою шнеків вивантажується на сітчастий транспортер. Для підсушування сировини під сітку транспортера і в дробарки від ГТЕ подається нагріте повітря з температурою не менш 380 °С, що забезпечує сушку матеріалу і знезараження сировини від патогенної мікрофлори. Нагрівання повітря здійснюється димовими газами в газоповітряному теплообміннику. Далі сировина надходить на подрібнення послідовно в 3 дробарки.

Подрібнений продукт транспортується гарячим повітрям в бункер, в якому сировина постійно переміщується спеціальним пристроєм, що виключає злежування матеріалу. З бункера сировина подається шнеком в гранулятор. Готові гранули за допомогою стрічкового транспортера подаються в охолоджувач і на розфасовку. Запропонована лінія гранулювання, за рахунок швидкої переробки відходів, дозволяє зменшити втрати азотних добрив на 30-40%. Продуктивність лінії 5 т / год.

Всі технологічні переділи аспіруються. Аспіраційне повітря очищується за допомогою двоступеневої установки. Крім того передбачається газозодяний теплообмінник для глибокого охолодження аспіраційного повітря перед викидом в атмосферу, що встановлюється перед очисним обладнанням, що виключає можливість теплового забруднення навколишнього середовища. У якості першого ступеня очищення аспіраційного повітря застосовуються вихрові пиловловлювачі з центральною трубою (ПВЦ). В якості другого ступеня використовується вихровий турбулентний промивач з пристроєм для генерації високочастотних імпульсних коронних розрядів (ВТПКР) [3]. Конструкції обладнання для очищення аспіраційного повітря розроблені фахівцями кафедри ТГВ і ТВЕР Харківського національного університету будівництва і архітектури. Для видалення аспіраційного повітря передбачається пиловий вентилятор середнього тиску.

Принцип роботи ПВЦ полягає в наступному: у робочій камері створюється керований смерч для забезпечення необхідної аеродинамічної ситуації. Очищуване повітря подається двома зустрічними, закрученими в одну і ту ж сторону потоками. Обертання приосьового і пристінкового потоків забезпечується відповідно за допомогою завихрювача і сопел. Сопла розташовані тангенціально і під кутом до корпусу робочої камери. Це забезпечує появу керованого смерчу (торнадо). При цьому зважені частинки під дією відцентрових сил, що виникають в закручених потоках, дрейфують з приосьової в пристінкову зону робочої камери, звідки потоком несуться в бункер. Ефективність роботи ПВЦ в 4–5 разів вище, ніж циклонів серії ЦН.

Принцип роботи ВТП з ІКР [3] полягає в наступному: повітря, яке очищується, надходить на очищення через вхідний патрубок в розподільну камеру і закручується за допомогою завихрювача. У робочу камеру надходить закручений потік очищуваного повітря. Тому бункер заповнюється рідиною. При обертанні газу над нерухомою поверхнею рідини виникають доцентрові сили, під дією яких верхній шар рідини стягується до центру диска і несеться з потоком повітря в робочу камеру. Під дією відцентрових сил, рідина в робочій камері буде диспергуватися на краплі, які утворюють в робочій камері обертовий циліндричний крапельно-зернистий шар рідини. У верхній частині бункера і в сепараційній камері, над сіткою, розташовані пристрої, що генерують імпульсні коронні розряди з частотою 10^{-9} с. Краплі рідини і газ, в робочій і сепараційній камерах, обробляються коронними розрядами. Під впливом коронних розрядів в аспіраційному повітрі і в зрошуваній рідині утворюється озон, ультрафіолетові і близькі до них випромінювання, ОН-радикали, які нейтралізують вуглеводні, що переносять запахи (C_{12} - C_{16}). Рідина в бункері обробляється імпульсним коронним розрядом. Патогенна мікрофлора, яка міститься в шарі рідини над диском, інактивується, а інші домішки активно вступають в хімічні реакції, за рахунок чого утворюються зважені частинки, які опадають в осад на дно бункера. Обертання рідини над нерухомою основою бункера сприяє концентрації домішок в центральній частині, за рахунок доцентрових сил, тому видалення шламу з бункера здійснюється повністю без налипання уловлених домішок на дно, або стінки бункера.

За рахунок впливу електромагнітного поля знищуються мікроорганізми, а також відбувається очищення від іонів важких металів. Тому очищення газів від зважених домішок відбувається з ефективністю 99,6–99,9 %, від газоподібних домішок – 94–97 % (при використанні чистої води), і більше 99 % (при використанні абсорбентів).

Висновки. У результаті використання запропонованої технологічної лінії проблема утилізації відходів птахівництва повністю вирішується, здійснюється повне знезараження продукту від патогенної мікрофлори, отримання готової продукції у вигляді гранул, виключається забруднення навколишнього середовища і як наслідок звільнення від податків за зберігання відходів і за забруднення навколишнього середовища. Економічний ефект досягається отриманням доходу від продажу готової продукції – гранул, отримання електричної та теплової енергії, від відверненого екологічного збитку – відпадає необхідність виплачувати грошові кошти на відновлення флори і фауни та оздоровлення населення прилеглих населених пунктів. Економічний ефект від використання запропонованої технологічної лінії можна порівняти з економічним ефектом від основного виробництва.

Література

1. Патент України №49221. Генератор тепловой энергии. Шушляков А.В., Шушляков Д.А. и др. Опубликовано 26.04.2010. Бюл. № 8.
2. Патент ИА, №9454, Бюл.№9 от 10 05 2011, Зареєстровано 10,05,2011.
Вихровий турбулентний промивач з пристроєм, що генерує імпульсні коронні розряди. Автори: Бойко М.І., Кириченко Л.В., Шушляков Д.О., Шушляков О.В.
3. Пузырев Е.М., Щуренко В.П., Щербаков Ф.В. Вихревая топка. Патент РФ № 2126932. 27.02.99. Бюл. № 6.

УДК 66.011

¹Негадайлов А.А., ²Шапорев В.П.

¹Чернівецький факультет Національного
технічного університету «ХПІ»,

²Національний технічний університет «ХПІ»

ВПЛИВ ДІАМЕТРА КУСКОВОГО МАТЕРІАЛУ НА ЗМЕНШЕННЯ ШКІДЛИВИХ ВИКИДІВ ВАПНЯКОВО-ВИПАЛЮВАЛЬНИХ ПЕЧЕЙ

Розглянуті питання зменшення шкідливих викидів при роботі вапняково-випалювальних печей.

Ключові слова: вапняк, вапно, шахтна піч, діаметр кусків, моделювання, екологічні проблеми.

Рассмотрены вопросы уменьшения количества вредных выбросов при работе известково-обжигательных печей.

Ключевые слова: известняк, известь, шахтная печь, диаметр кусков, моделирование, экологические проблемы.

The questions of diminishing of amount of harmful extrass are considered at the working of shaft furnaces for carbonate materials.

Keywords: limestone, lime, shaft furnaces, diameter of stone, design, ecological problems.

Актуальність проблеми. Сучасні виробництва (металургійні, содові, цукрові, будівельних матеріалів) потребують високоякісне вапно, що відповідає жорстким умовам по вмісту оксидів кальцію та магнію, а також по часу гідратації [4-6, 12, 15]. Вапно не може транспортуватися на великі відстані і

© Негадайлов А.А., Шапорев В.П., 2013

ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ

УДК 504.064.4

*Біньковська Г.В., Шаніна Т.П.**Одеський державний екологічний університет*

ВІДХОДИ ТВАРИННИЦТВА ТА ПТАХІВНИЦТВА ЯК ПЕРСПЕКТИВНЕ ДЖЕРЕЛО АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГІЇ В ОДЕСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Проведено аналіз статистичних даних щодо кількості поголів'я великої рогатої худоби, свиней, овець, кіз та птахів у господарствах районів Одеської області, розраховані показники генерації відходів тваринництва та птахівництва як перспективного джерела альтернативної енергії.

Ключові слова: відходи тваринництва, альтернативне джерело енергії.

Проведён анализ статистических данных по количеству поголовья крупного рогатого скота, свиней, овец, коз и птицы в хозяйствах районов Одесской области, вычислены показатели генерации отходов животноводства и птицеводства как перспективного источника альтернативной энергии.

Ключевые слова: отходы животноводства, альтернативный источник энергии.

The statistical data cattle, pig, sheep, goat and poultry population on the farms in different districts of the Odessa province are analyzed. Indices for generation of livestock and poultry waste are calculated. Waste of livestock and poultry as a promising source of alternative energy.

Keywords: livestock waste, an alternative energy source.

Постановка проблеми. Сьогодні енергоспоживання світової спільноти неухильно росте, і традиційне використання невідновлюваних джерел енергії (вугілля, нафти і природного газу) не покриває енергетичні потреби повною мірою. Виснаження природних надр величезними об'ємами видобутої вуглеводної сировини привело до того, що не лише країни з низькими запасами горючих природних копалин, але й країни-експортери мають абсолютно реальну перспективу незабаром зіткнутися з дефіцитом вугілля, нафти і природного газу. Існуюча світова тенденція до подорожчання природних джерел енергії незмінно негативно відбивається і на економіці України. Інтерес до альтернативних джерел енергії виникає періодично і залежить від кон'юнктури ринку; сплеск цін на енергоносії примушує замислюватися про економію і шукати нові шляхи рішення енергетичних проблем.

Політична і економічна складова енергетичної залежності ставить під загрозу безпеку України в цілому, і є одною з основних чинників, стримуючих її розвиток. Проведення масштабних досліджень в області альтернативної енергетики і модернізація виробництва з впровадженням нових технологій є одними з первинних завдань державного рівня. Велике значення має вивчення можливостей використання відходів тваринництва і птахівництва для вживання їх у якості альтернативного джерела енергії з метою часткового або повного заміщення споживання природного газу.

Метою даної роботи є визначення кількості відходів тваринництва і птахівництва, що утворюються в Одеській області. Одеська область займає 33,31 тис. км² і включає 26 адміністративних районів.

Викладення основного матеріалу. Для проведення дослідження використовувалися статистичні дані за чисельністю поголів'я великої рогатої худоби, свиней, овець, кіз за період 2007–2011 рр., а також декількох основних видів птахів у господарствах сільськогосподарських підприємств і в господарствах населення за період 2006–2010 рр., надані Головним управлінням статистики в Одеській області.

У процесі розрахунку кількості органічних відходів, що утворюються, проаналізовані і використані дані [2, 4]. Отриманий результат представлений в табл. 1, 2, 3, 4.

Таблиця 1

**Утворення відходів від великої рогатої худоби
в Одеській області в період 2007–2011 рр. (т)**

Одеська область	2007	2008	2009	2010	2011
	2840827	2208921	2057209	2065602	2007632
м. Одеса	792	605	572	605	616
м.Іллічівськ	1133	1012	407	407	440
райони					
Ананівський	83560	76076	77902	77396	73887
Арцизький	67727	57310	53735	53306	52140
Балтський	119845	105556	103675	101959	98912
Білгород-Дністровський	121055	89177	71720	65659	58168
Біляївський	92301	67364	61644	57948	60225
Березівський	161018	124982	127039	128359	133265
Болградський	78210	58982	51018	54901	46046
Великомихайлівський	175813	113531	104885	104368	105930
Іванівський	171886	141207	123618	125774	124751
Ізмаїльський	63129	52569	52855	56364	53559
Кілійський	130691	78375	65516	64042	66231
Кодимський	92334	76813	69520	66528	62238
Комінтернівський	124344	86075	58641	59059	59895
Котовський	119900	100089	96800	95546	91025
Красноокнянський	94556	76736	81862	84524	81334
Любашівський	123794	113641	112310	111925	108790
Миколаївський	82632	74074	69245	71874	71874
Овідіопольський	62821	51502	48136	50226	51128
Роздільнянський	106568	80641	64966	69333	75625
Ренійський	47553	31196	26125	25652	21274
Савранський	51656	37939	36410	35937	34749
Саратський	186824	133331	128799	128832	118646
Тарутинський	100804	89419	84887	81543	70796
Татарбунарський	54670	46970	47069	43494	43989
Фрунзівський	121462	95755	99110	97339	94842
Ширяївський	188408	144122	135355	148764	145090

Таблиця 2

**Утворення відходів від свиней в Одеській області
в період 2007-2011 рр. (т)**

Одеська область	2007	2008	2009	2010	2011
	2723046	1954650	1700454	2154624	2310576
1	2	3	4	5	6
м.Одеса	918	918	918	918	858
м.Іллічівськ	258	222	174	168	204
райони					
Ананівський	73968	52008	41598	64794	88080
Арцизький	146220	126726	116586	147186	168246
Балтський	88428	58620	55086	79704	86502
Білгород-Дністровський	192294	157986	127416	142182	136458
Біляївський	81660	66252	52596	57480	67746

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6
Березівський	89538	54414	49122	73194	78948
Болградський	137748	67026	64584	125298	126486
Великомихайлівський	72180	48144	40752	52308	59280
Іванівський	83628	71328	72228	81426	84858
Ізмаїльський	224988	164922	136668	162414	162174
Кілійський	168522	122316	125070	144786	167760
Кодимський	53964	34674	26424	38604	39756
Комінтернівський	77178	59862	38682	43974	46986
Котовський	65052	36798	29682	48654	51786
Красноокнянський	72480	44160	44250	63594	65586
Любашівський	84438	67188	55386	63030	62322
Миколаївський	71166	45660	34734	46722	55878
Овідіопольський	73098	58818	42420	48702	53520
Роздільнянський	53238	47316	36132	46680	69318
Ренійський	76668	50112	41154	45942	39528
Савранський	71280	44478	44436	55818	63588
Саратський	251202	205338	171756	191898	183336
Тарутинський	151638	102132	87702	107442	114720
Татарбунарський	100980	63198	53322	82644	91236
Фрунзівський	37350	30282	32544	32136	39018
Ширяївський	94693	73752	79032	106926	71959

Таблиця 3

**Утворення відходів від овець та кіз
в Одеській області в період 2007–2011 рр. (т)**

Одеська область	2007	2008	2009	2010	2011
	370647	383348	387859	415626	398311
1	2	3	4	5	6
м.Одеса	497	497	493	497	489
м.Іллічівськ	139	127	101	76	88
райони					
Ананіївський	3271	3054	3809	3987	3739
Арцизький	36112	40085	40605	44045	40573
Балтський	1423	1448	1287	1371	1341
Білгород-Дністровський	14791	13002	12095	11797	11101
Біляївський	2156	1917	1982	2197	2677
Березівський	4718	3823	4976	5976	7540
Болградський	76543	81097	79948	84563	77802
Великомихайлівський	5251	4845	5156	4904	5742
Іванівський	5225	5519	6698	7144	6255
Ізмаїльський	32587	34125	36662	43249	39486
Кілійський	26867	20796	24995	26663	27418
Кодимський	1682	1975	1917	1404	1414
Комінтернівський	3221	3084	3174	3941	4923
Котовський	3085	3147	2897	3073	3227
Красноокнянський	3768	3490	3831	3945	3769
Любашівський	1317	1388	1574	1819	1678

Продовження таблиці 3

1	2	3	4	5	6
Миколаївський	1675	2131	2390	2546	2586
Овідіопольський	2608	1945	1769	1935	1589
Роздільнянський	5758	6176	6334	7415	7742
Ренійський	32884	32370	30013	30640	27537
Савранський	617	614	682	1448	1540
Саратський	30832	34916	32691	35754	34421
Тарутинський	44522	48682	49523	52542	50479
Татарбунарський	17941	19894	19717	20179	20463
Фрунзівський	1621	1520	1427	2087	2777
Ширяївський	9536	11681	11113	10429	9915

Таблиця 4

**Утворення відходів від птахів в Одеській області
в період 2006–2010 рр. (т)**

Одеська область	Всього від птахів (курей, півнів, гусей та інших видів птахів, включаючи молодняк), т				
	2006	2007	2008	2009	2010
	6636,7	4461	8663,8	6639	7247
райони					
Ананьївський	-	2,2	5,4	5	15,5
Арцизький	25,9	0,7	-	-	-
Балтський	-	-	-	-	-
Білгород-Дністровський	430	307,7	523	406,9	487
Біляївський	102	-	-	-	-
Березівський	92	-	-	23,2	5,7
Болградський	177	139,7	89,7	104,4	103,7
Великомихайлівський	578	24,3	24,5	2,1	133
Іванівський	-	-	-	-	-
Ізмаїльський	100,8	3,7	2,7	-	-
Кілійський	103	104,8	147,3	157,4	161,5
Кодимський	64,6	22,6	13,9	13,5	27,4
Комінтернівський	3346	1729,4	5228,2	3993,7	4440
Котовський	-	-	-	-	-
Красноокнянський	22	15,4	20,5	12,9	12
Любашівський	-	-	-	19,9	16,8
Миколаївський	-	-	-	-	-
Овідіопольський	77,3	114,7	173	176,6	67,8
Роздільнянський	1260,6	1824,5	2119	1624,5	1524,7
Ренійський	3	-	-	-	46
Савранський	-	-	-	-	-
Саратський	19,4	-	-	-	-
Тарутинський	3,8	-	-	6	11
Татарбунарський	16	11	-	-	3,3
Фрунзівський	-	-	-	-	-
Ширяївський	70,7	60,7	48	87	137,7

Висновки. Отримані дані свідчать про достатньо великі об'єми відходів тваринництва та птахівництва, які доцільно використати в якості джерела відновлювальної енергії, наприклад, для виробництва біогазу. У процесі метанового бродіння кінцевим продуктом є не тільки біогаз з високим вмістом метану, який можна застосовувати для часткової або повної заміни природного газу в господарствах населення, а й цінні органічні добрива, при використанні яких підвищується врожайність сільськогосподарських культур в середньому на 20% у порівнянні з неферментованим гноєм [1]. Потрібно враховувати і те, що при переробці вказаних об'ємів тваринних органічних відходів можна вирішити питання щодо вартості заходів з утилізації відходів та захисту навколишнього середовища. У такому випадку спорудження і експлуатація біогазових установок завжди матиме позитивний економічний ефект [3].

Література

1. Гелетука Г.Г. Современные технологии анаэробного сбраживания биомассы (обзор) / Г.Г. Гелетука, С.Г. Кобзарь // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2002. – № 4. – С. 7–8.
2. Дюрягин И.В. Земледелие с основами почвоведения и агрохимии. Учебное пособие для студентов экономического факультета / И.В. Дюрягин. – Курган: КГСХА, 1997. – С. 83–86.
3. Кухар В.П. Екобіотехнологія та біоенергетика: проблеми становлення і розвитку / В.П. Кухар, Є.В. Кузьмінський, О.А. Ігнатюк, Н.Б. Голуб // Вісник НАН України. – 2005. – № 9. – С. 15–17.
4. ЛОЕО «Служба охорони природи». Розділ «Інвентаризація відходів». <http://sop.org.ua/library/library.php>

УДК 696.42; 697.326

¹Шушляков О.В., ²Чернокрилук В.В., ³Шушляков Д.О.

¹Харківський національний університет будівництва та архітектури

²Представник компанії Riello S.p.A. у СНД

³Харківська національна академія міського господарства

ГЕНЕРАТОРИ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ НОВОГО ПОКОЛІННЯ

У статті розглянуті питання підвищення енергетичної та екологічної ефективності генераторів теплової енергії при спалюванні твердого палива шаровим способом з двома зонами піролізу.

Ключові слова: тверде паливо, шарове спалювання, новий спосіб спалювання палива, конструкції, генератор теплової енергії.

В статье рассматриваются вопросы повышения энергетической и экологической эффективности генераторов тепловой энергии при сгорании твердого топлива послойным способом с двумя зонами пиролиза.

Ключевые слова: твердое топливо, послойное горение, новый способ сгорания топлива, конструкции, генератор тепловой энергии.

The article deals with improving energy efficiency and environmental generators of thermal energy by burning solid fuel ball way with two zones of parolysis.

Keywords: solid fuel burning layer, a new way to fuel combustion, design, generator heat.

Постановка проблеми. Моніторинг ринку обладнання для отримання теплової енергії показав, що на ринки України генератори теплової енергії (ГТЕ) постачають Німеччина, Польща, Чехія, Ту-

© Шушляков О.В., Чернокрилук В.В., Шушляков Д.О., 2013

Висновки. Отримані дані свідчать про достатньо великі об'єми відходів тваринництва та птахівництва, які доцільно використати в якості джерела відновлювальної енергії, наприклад, для виробництва біогазу. У процесі метанового бродіння кінцевим продуктом є не тільки біогаз з високим вмістом метану, який можна застосовувати для часткової або повної заміни природного газу в господарствах населення, а й цінні органічні добрива, при використанні яких підвищується врожайність сільськогосподарських культур в середньому на 20% у порівнянні з неферментованим гноєм [1]. Потрібно враховувати і те, що при переробці вказаних об'ємів тваринних органічних відходів можна вирішити питання щодо вартості заходів з утилізації відходів та захисту навколишнього середовища. У такому випадку спорудження і експлуатація біогазових установок завжди матиме позитивний економічний ефект [3].

Література

1. Гелетука Г.Г. Современные технологии анаэробного сбраживания биомассы (обзор) / Г.Г. Гелетука, С.Г. Кобзарь // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2002. – № 4. – С. 7–8.
2. Дюрягин И.В. Земледелие с основами почвоведения и агрохимии. Учебное пособие для студентов экономического факультета / И.В. Дюрягин. – Курган: КГСХА, 1997. – С. 83–86.
3. Кухар В.П. Екобіотехнологія та біоенергетика: проблеми становлення і розвитку / В.П. Кухар, Є.В. Кузьмінський, О.А. Ігнатюк, Н.Б. Голуб // Вісник НАН України. – 2005. – № 9. – С. 15–17.
4. ЛОЕО «Служба охорони природи». Розділ «Інвентаризація відходів». <http://sop.org.ua/library/library.php>

УДК 696.42; 697.326

¹Шушляков О.В., ²Чернокрилюк В.В., ³Шушляков Д.О.

¹Харківський національний університет будівництва та архітектури

²Представник компанії Riello S.p.A. у СНД

³Харківська національна академія міського господарства

ГЕНЕРАТОРИ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ НОВОГО ПОКОЛІННЯ

У статті розглянуті питання підвищення енергетичної та екологічної ефективності генераторів теплової енергії при спалюванні твердого палива шаровим способом з двома зонами піролізу.

Ключові слова: тверде паливо, шарове спалювання, новий спосіб спалювання палива, конструкції, генератор теплової енергії.

В статье рассматриваются вопросы повышения энергетической и экологической эффективности генераторов тепловой энергии при сгорании твердого топлива послойным способом с двумя зонами пиролиза.

Ключевые слова: твердое топливо, послойное горение, новый способ сгорания топлива, конструкции, генератор тепловой энергии.

The article deals with improving energy efficiency and environmental generators of thermal energy by burning solid fuel ball way with two zones of parolysis.

Keywords: solid fuel burning layer, a new way to fuel combustion, design, generator heat.

Постановка проблеми. Моніторинг ринку обладнання для отримання теплової енергії показав, що на ринки України генератори теплової енергії (ГТЕ) постачають Німеччина, Польща, Чехія, Ту-

© Шушляков О.В., Чернокрилюк В.В., Шушляков Д.О., 2013

реччина, Франція, Росія, країни Балтійського регіону та інші країни. ГТЕ, які поставляються, бувають електричні, газові, рідкопаливні, твердопаливні і комбіновані. Твердопаливні котли розрізняють за видами палива: котли, що працюють на вугіллі, торфі, дровах і на переробленому паливі. Традиційні види палива (газ, вугілля, рідкі види палива, одержувані з нафтопродуктів) постійно дорожчають, оскільки їх запаси зменшуються, збільшуються витрати на їх видобуток, переробку і транспортування, тому в даний час актуальною проблемою є пошук альтернативних видів палива і нових видів ГТЕ для більш ефективного спалювання цього палива.

Виклад основного матеріалу. У якості альтернативних видів палива можуть використовуватися різні відходи переробки біологічної сировини (відходи переробки деревини, сільськогосподарської продукції, промислових підприємств, наприклад, вугільної промисловості, тверді побутові відходи (ТПВ) комунальних підприємств, відходи комплексів з вирощування тварин і птахів, відходи очисних споруд стічних вод та інші відходи, здатні горіти).

У даний час тверде паливо, як правило, спалюється шаровим способом з подачею дуттьового повітря на горіння палива за схемою «знизу–вгору», при цьому втрати теплової енергії досягають 50% і більше. Схема шарового способу спалювання палива з подачею повітря знизу через колосникові ґрати показана на рис. 1.

Як випливає з рис. 1, над зоною горіння утворюється зона піролізу, у якій шар палива нагрівається до температури піролізу, відбувається повне або часткове випаровування води і газифікація палива з виділенням газоподібних компонентів палива: вуглецю, водню, кисню, азоту та інших газоподібних домішок, що містяться в паливі. У залишку буде міститися кокс і зола, які надходять в зону горіння, де кокс згоряє з виділенням теплової енергії.

Газоподібні компоненти палива змішуються з димовими газами, частково згоряють, але основна маса виноситься з ГТЕ і викидається в атмосферу, знижуючи ККД ГТЕ за рахунок хімічного недопалу. Якщо паливо подрібнене, то потоком газу дрібні частинки також можуть виноситися потоком димових газів з топки, знижуючи ККД ГТЕ за рахунок механічного недопалу. За рахунок викидів незгорілих компонентів палива і димових газів в приземному шарі атмосфери погіршується екологічна обстановка в регіоні.

Аналіз отриманих результатів. З метою зниження втрат теплової енергії і підвищення енергетичної та екологічної ефективності ГТЕ був запропонований новий спосіб шарового спалювання твердого палива з двома зонами піролізу [2, 3]. При цьому дуттьове повітря нагрівається вище температури піролізу палива (до 600–650 °С) і подається на шар палива за схемою «зверху–вниз» (рис. 2) [6].

У верхньому шарі палива відбувається нагрівання палива, води і випаровування води. При температурі часток палива вище температури піролізу, у верхньому шарі палива почнеться процес газифікації з виділенням газоподібних компонентів палива і парів води. Карбон, що виділився, буде вступати в хімічну реакцію з киснем повітря. Рівняння реакції будуть мати наступний вигляд:



Рівняння (1) для першої зони піролізу будуть ендотермічні, тому що при температурі менше 700 °С взаємодія вуглецю з киснем супроводжується поглинанням теплової енергії, крім того, на нагрів палива і випаровування води теж витрачається тепло. Верхньою межею першої зони піролізу буде вільна поверхня палива, на якій температура дорівнює температурі дуттьового повітря

$$t_{\text{вг1зп}} = t_0, \quad (2)$$

За ходом паро-газо-повітряної суміші тепло буде витрачатися на сушку палива і реакцію вуглецю з киснем, тому температура буде знижуватися. Нижньою межею першої зони піролізу і верхньою межею наступної зони (зони сушіння) будемо вважати умовну поверхню, на якій температура потоку газів і палива буде дорівнювати температурі піролізу палива $t_{\text{п}}$:

$$t_{\text{нг1зп}} = t_{\text{вгзс}} \leq t_{\text{п}}, \quad (3)$$

де $t_{\text{нг1зп}}$; $t_{\text{вгзс}}$ – температура, відповідно, нижньої межі першої зони піролізу і верхньої межі зони сушіння.

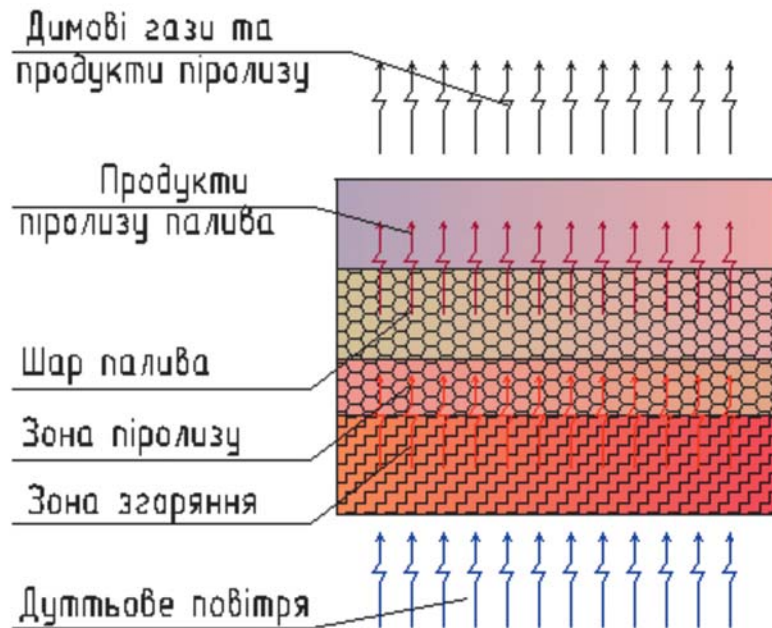


Рис. 1. Схема шарового горіння палива з подачею повітря «знизу–вгору»

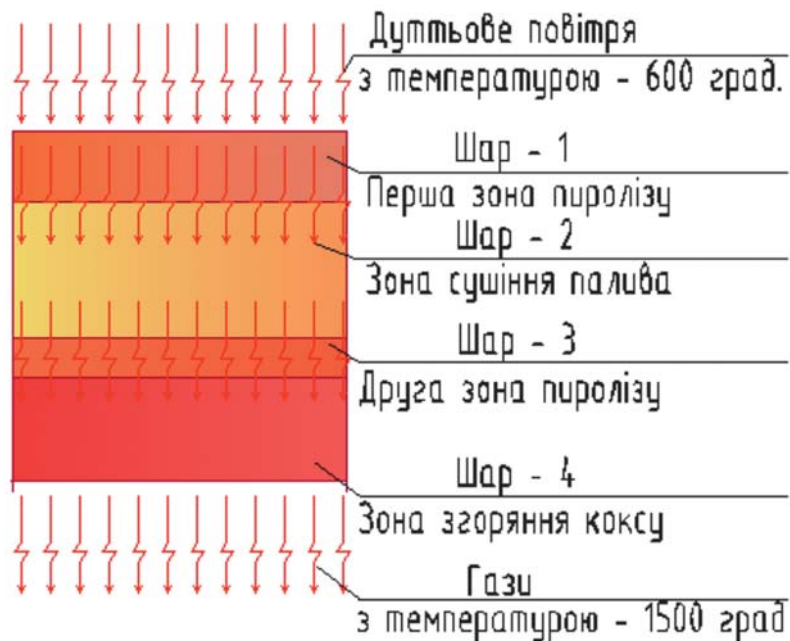
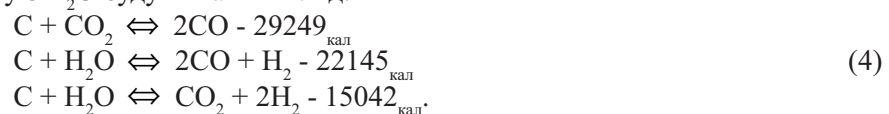


Рис. 2. Схема шарового горіння палива з подачею повітря «зверху – вниз»

У зоні сушіння палива температура спочатку буде знижуватися, а потім почне підвищуватися за рахунок теплопередачі від більш нагрітого палива у другій зоні піролізу до менш нагрітого палива в зоні сушіння. Теплопередача буде здійснюватися за рахунок теплопровідності часток палива. Зниження температури в цій зоні обумовлено тим, що тепло буде витрачатися на видалення хімічно пов'язаної вологи з великих часток. Крім того, карбон буде взаємодіяти з киснем парів води з поглинанням тепла. Рівняння реакцій карбону з H_2O будуть мати вигляд:



Аналіз реакцій (1), (4) підтверджує те, що вільна енергія хімічних зв'язків карбону з киснем менше ніж інших хімічних речовин, тому карбон швидше інших газоподібних компонентів палива вступає в реакцію з киснем. При цьому, якщо температура газів менше 700 °С, в основному утворюється СО.

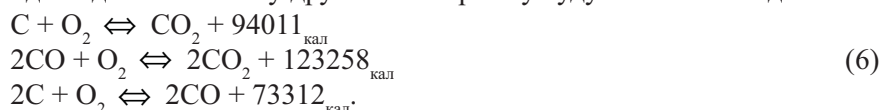
Нижньою межею зони сушіння і верхньою межею другої зони піролізу будемо вважати умовну поверхню, на якій температура потоку газів і палива знову буде дорівнювати температурі піролізу палива t_n :

$$t_{нгзс} = t_{вг2зп} = t_n, \quad (5)$$

де $t_{нгзс}$; $t_{вг2зп}$ – температура, відповідно, нижньої межі зони сушіння і верхньої межі другої зони піролізу.

У другій зоні піролізу паливо нагрівається за рахунок теплопередачі конвекційним шляхом і за рахунок теплопровідності палива від зони горіння до другої зони піролізу. Радіаційний обмін практично дорівнює нулю.

Хімічні реакції взаємодії водню з киснем у другій зоні піролізу будуть мати вигляд:



З рівняння (6) видно, що при підвищенні температури вище 700 °С хімічні реакції екзотермічні і протікають в основному з утворенням CO_2 . Реакції (1), (4), (6) конвертовані, тому в процесі горіння палива, в залежності від температури в об'ємі топки, будуть утворюватися СО або CO_2 . При температурі вище 1000 °С більше утворюється CO_2 .

Нижньою межею другої зони піролізу і верхньою межею зони горіння будемо вважати умовну поверхню, на якій температура потоку газів і палива буде дорівнювати температурі горіння палива t_r . Хімічні реакції карбону з киснем в зоні горіння будуть мати вигляд:



Аналіз хімічних реакцій процесу горіння палива дозволяє вважати, що чим вище температура газів, тим більше швидкість реакції і більше виділяється вільної енергії, при цьому більше утворюється CO_2 . При низьких температурах збільшується кількість СО і зменшується виділення вільної енергії хімічних зв'язків.

У зоні горіння згорає кокс і всі продукти піролізу. У зв'язку з тим, що температура в шарі коксу досягає 1500–1800 °С, то при проходженні продуктів горіння палива через шар коксу будуть згоряти всі небезпечні домішки, а пари води будуть частково дисоціюватися на водень і кисень. За рахунок кисню, що виділяється при дисоціації води, забезпечується більш повне згорання палива при меншому коефіцієнті надлишку повітря.

Для реалізації запропонованого шарового способу спалювання твердого палива була розроблена конструкція генератора теплової енергії з двома зонами піролізу (ГТЕДЗП) [5], у якого топка виконується з монолітних жаростійких елементів. Колосникові ґрати-теплообмінник призначені для підігріву дуттьового повітря, а зольник суміщений з теплообмінником, в якому нагрівається теплофікаційна вода. Гази на виході з зольника очищаються за допомогою інерційного золовідділювача. ГТЕДЗП має трубчастий секційний теплообмінник з трубами змінного діаметра по ходу газу, який використовується для підігріву води для систем гарячого водопостачання.

Завантаження крупнокускового палива в ГТЕДЗП здійснюється вручну, а переробленого палива – пневмомеханічним способом. У якості палива для ГТЕДЗП може використовуватися будь-яке тверде паливо з вологістю не більше 40 %.

При використанні в якості палива ТПВ комунальних або горючих відходів промислових підприємств димові гази очищаються за допомогою двоступеневої газоочисної установки (ДОУ). У якості першого ступеня можуть використовуватися пиловловлювачі вихрові з центральною трубою (ПВЦ), а в якості другого ступеня – вихрові турбулентні промивачі з пристроєм для створення височастотних імпульсних коронних розрядів (ВТПКР) [4]. За допомогою ВТПКР проводиться одночасно комплексне очищення газів і рідини мокрим, сухим і електричним способами. Кожен із способів реалізу-

ється максимально можливим числом методів очищення. Ефективність очищення від зважених домішок становить 99,9 %, а від газоподібних – 96–97 %.

Крім ГТЕДЗП запропоновано комбінований генератор теплової енергії (КГТЕДЗП), у якому одночасно спалюються палива, що знаходяться в різних агрегатних станах, наприклад, тверде паливо і водновугільне паливо (ВВП). КГТЕДЗП відрізняється від ГТЕДЗП тим, що в зольник-теплообмінник вмонтований пальник ТВП, теплообмінник для підігріву води для ГВП, виконаний на теплових трубах, заповнених рідиною з домішкою дисперсних частинок розміром $1,0 \times 10^{-9}$ м. Дисперсні частки в зоні випаровування теплових труб збільшують кількість центрів утворення парових міхурів і за рахунок цього збільшується інтенсивність охолодження газів не менш ніж в 3 рази [1].

Відомо, що водно-вугільне паливо містить близько 60 % вугільного пилу з розміром часток $1,0 \times 10^{-9}$ м і 40% води. Для того, щоб ВВП зайнялося, необхідно підвищити температуру до температури дисоціації води. При цьому вода дисоціюється, утворюючи водень і кисень. Кисень активно вступає в хімічну реакцію з вуглецем (див. рівняння (6)), а водень буде згоряти в зоні змішування продуктів згоряння твердого палива та ВВП. У зв'язку з тим, що для спалювання твердого палива в топку ГТЕДЗП подається повітря більше теоретично необхідного обсягу, то в продуктах згоряння твердого палива завжди міститься деяка кількість кисню. При змішуванні продуктів згоряння твердого палива та ВВП буде відбуватися повне згоряння водню з виділенням теплоти, затраченої на випаровування води у ВВП. У КГТЕДЗП буде забезпечено повне згоряння всіх компонентів твердого та рідкого палива.

У ВВП міститься більше 40 % води, тому відносна вологість продуктів згоряння палива буде підвищена, що буде сприяти коагуляції зважених домішок. При глибокому охолодженні газів у газоводяному теплообміннику (в останній секції по ходу газів) буде відбуватися конденсація парів води з виділенням прихованої теплоти пароутворення, що буде підвищувати енергетичну ефективність КГТЕДЗП. Охолоджені димові гази з краплинною рідиною будуть надходити в вихровий турбулентний промивач ВТПКР для комплексного їх очищення і осушення перед викидом в атмосферу. Конденсат, який виділяється при осушенні газів, очищатиметься в локальній системі оборотного водопостачання і повторно використовуватиметься для технічних потреб, у тому числі для приготування ВВП.

Висновки. Таким чином, генератори теплової енергії нового покоління відрізняються тим, що в їх топках відсутній хімічний і механічний недопал палива, зменшені втрати теплової енергії з димовими газами, забезпечується повнота згоряння палива, у тому числі при спалюванні палив, що знаходяться в різних агрегатних станах. Запропоновані конструкції можуть застосовуватися в якості незалежних джерел теплової енергії або як передтопки для існуючих газових котлів, при цьому котли можуть працювати на будь-якому паливі. ГТЕДЗП і КГТЕДЗП можуть ефективно використовуватися в якості пікових підігрівачів в комбінованих системах теплопостачання.

Література

1. Кузма-Кичта Ю.А. Кипение наножидкостей / Ю.А. Кузма-Кичта, А.В. Лавриков, Д.Ф. Цуриков // Московский энергетический институт. Российский научный центр Курчатовский институт.
2. Патент на корисну модель 49221 Україна. Генератор теплової енергії / О.В. Шушляков, Д.О. Шушляков, С.В. Овчаренко – заявл. 02.10.2009; опубл. 26.04.2010. Бюл. № 8.
3. Пат. України № а201111435 Спосіб одержання теплової енергії і конструкція генератора теплової енергії з двома зонами піролізу професора Шушлякова О.В, дата подання 28.09.2011.
4. Пат. України № 9454 Вихровий турбулентний промивач з пристроєм, що генерує імпульсні коронні розряди / М.І. Бойко, Л.В. Кириченко, Д.О. Шушляков, О.В. Шушляков; заявл. 17.05.2010, опубл. 10.05.2011, бюл. № 9.
5. Шушляков А.В. Повышение КПД генераторов тепловой энергии как фактор повышения их экологической эффективности / А.В. Шушляков, О.Ю. Паламарчук, С.В. Овчаренко // Науковий вісник будівництва. – Харків, ХОТВАБУ, 2008. – В. 49. – С. 285–295.
6. Шушляков А.В. Повышение энергетической и экологической эффективности систем теплоснабжения / А.В. Шушляков, А.И. Бондарь // Техногенно-екологічна безпека та цивільний захист. – Харків–Кременчук, 2011. – Вип. 3. – С. 56–63.